

# Das Schutzgut Boden in der Planung

Bewertung natürlicher Bodenfunktionen  
und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren



---

# Das Schutzgut Boden in der Planung

Bewertung natürlicher Bodenfunktionen  
und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren

---

**Augsburg, 2003 ISBN 3-936385-44-0**

Herausgeber: Bayerisches Geologisches Landesamt  
Heßstraße 128, 80797 München

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg

Beide Behörden gehören zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums  
für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.

Bearbeitung: Teil I  
Bayerisches Landesamt für Umweltschutz  
Redaktion:

Christine Danner und Claus Hensold

Fachbeitrag:

Dipl.-Ing. Peter Blum, Planungsbüro Blum  
Lindenstraße 25, 85354 Freising

in Zusammenarbeit mit

Dipl.-Ing. Stefan Weidenhammer, Landschaftsarchitekt BYAK  
Modlerstraße 16, 92224 Amberg

Teil II

Bayerisches Geologisches Landesamt

Fachbeitrag und Redaktion:

Michael Außendorf, Margit Kraft und Anna Weidenbacher

unter fachlicher Mitwirkung von Peter Holleis, Landesanstalt für Landwirtschaft  
und Dr. Christian Kölling, Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Gestaltung: Planungsbüro Blum, Freising

Für den Inhalt der Beiträge zeichnen die jeweiligen Autoren verantwortlich.

Koordination: Dr. Thomas Suttner, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

Druck: Ellwanger Bayreuth

© 2003 Bayerisches Geologisches Landesamt, München und Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg  
Oktober 2017: Korrekturen durch das Bayerische Landesamt für Umwelt im Teil 2, S. 47 Formel 3

Februar 2018: Korrekturen durch das Bayerische Landesamt für Umwelt: S. 21 B2 und S. 31 Tab. I/10, Spalte 4, Zeile 2

Gedruckt auf Recyclingpapier

## Teil I Praxisbezogene Hinweise für Planungs- und Genehmigungsverfahren

I.1	Einführung und Zielsetzung	6
I.2	Boden und seine Funktionen	7
I.3	Vorgehen bei Planungs- und Genehmigungsverfahren	9
I.4	Die Maßstabsebenen der räumlichen Planung	10
I.5	Bewertungsmethoden für die Maßstabsebenen	11
I.5.1	Bewertungsmethoden für die regionale Planungsebene (M 1:100.000 - 1:25.000)	11
I.5.2	Bewertungsmethoden für die örtliche vorbereitende Planungsebene (M 1:10.000 - 1:5.000)	13
I.5.3	Bewertungsmethoden für die örtliche verbindliche Planungsebene (M 1: 5.000 und größer)	15
I.6	Hinweise, Empfehlungen, Anwendungsbeispiele	16
I.6.1	Allgemeine Hinweise und Empfehlungen	16
I.6.2	Anwendungsbeispiele	17
I.6.2.1	Bewertung der natürlichen Ertragsfähigkeit - Anwendungsbeispiel Gemeinde Baiersdorf	17
I.6.2.2	Gesamtbewertung der Bodenfunktionen - Anwendungsbeispiel Gemeinde Stegaurach	19
I.6.3	Maßnahmenkatalog zur planerischen Umsetzung von Bodenschutzbelangen	20
I.6.4	Umsetzungshinweise für Planungs- und Genehmigungsverfahren	21
I.6.4.1	Hinweise und Empfehlungen für die regionale Maßstabsebene	21
I.6.4.2	Hinweise und Empfehlungen für die örtliche Maßstabsebene - vorbereitende Planung	26
I.6.4.3	Hinweise und Empfehlungen für die örtliche Maßstabsebene - verbindliche Planung	30
	Literatur (Teil I)	34

## Teil II Methoden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens und Bodengefährdungen

II.1 Methoden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen	35
II.1.1 Standortpotenzial für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotopschutzfunktion)	35
II.1.1.a Alternatives Bewertungsverfahren auf der Grundlage der Bodenschätzung	37
II.1.1.b Alternatives Bewertungsverfahren nach der Methode des Landschaftsentwicklungs- konzeptes	39
II.1.2 Standort für Bodenorganismen	40
II.1.3 Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen	40
II.1.3.a Alternatives Bewertungsverfahren auf der Grundlage der Bodenschätzung	42
II.1.4 Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe (z.B. Nitrat)	44
II.1.5 Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle	46
II.1.5.a Alternatives Bewertungsverfahren auf der Grundlage der Bodenschätzung	48
II.1.6 Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge	50
II.1.7 Filter-, Puffer- und Transformatorfunktion des Bodens für organische Schadstoffe	53
II.1.8 Natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden	53
II.1.8.1 Einstufung auf der Grundlage der Bodenschätzung	54
II.1.8.2 Einstufung anhand der Standortkennzeichnung der Landwirtschaftlichen Standortkarte	54
II.1.9 Natürliche Ertragsfähigkeit forstwirtschaftlich genutzter Böden	55
II.2 Methoden zur Bewertung der Archivfunktion von Böden	57
II.2.1 Böden mit bedeutender Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	57
II.3 Methoden zur Bewertung von Bodengefährdungen	58
II.3.1 Erosionsgefährdung des Bodens durch Wasser	58
II.4 Datengrundlagen zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen	60
Anhang (Teil II)	61
Literatur (Teil II)	62

## Vorwort



Unsere Böden sind ein überaus wertvolles Gut. Als Bindeglied zwischen den Umweltbereichen Luft, Flora, Fauna und Wasser erfüllen sie eine Vielzahl von Funktionen im Naturhaushalt. Sie schützen das Grundwasser und tragen zur Grundwasserneubildung bei. Sie filtern das Sickerwasser und halten Schad- und Problemstoffe zurück. Sie haben eine ausgleichende Wirkung auf den Wasserhaushalt und tragen so zur Vermeidung von Hochwässern bei. Böden bilden Lebensgrundlage und Lebensraum für Pflanzen und Tiere und gleichzeitig Grundlage für die menschliche Ernährung. Mit ihrem ausgeprägten Gedächtnis geben unsere Böden Zeugnis der Natur- und Kulturgeschichte.

Die Leistungsfähigkeit der Böden ist unmittelbare Voraussetzung für ein nachhaltiges Wirtschaften in unserer Gesellschaft. An die Böden werden aber auch vielfältige Nutzungsansprüche gestellt. Insbesondere die Flächeninanspruchnahme stellt dabei eine große Herausforderung an den Bodenschutz dar. Im Widerstreit der Nutzungen müssen wir die begrenzte Ressource Boden daher so einsetzen, dass sie ihre Funktionen im Naturhaushalt optimal erfüllen kann.

Prof. Dr. Hubert Schmid  
Präsident des Bayerischen Geologischen  
Landesamts

Hier kommt den unterschiedlichen Planungs- und Genehmigungsverfahren eine entscheidende Rolle zu. Es gilt, vorbeugend Konflikte zu vermeiden und Ziel- und Maßnahmenkonzepte zur Lösung zu entwickeln. Dies kann nur gelingen, wenn die wichtigen Belange zur Sicherung der Bodenfunktionen qualifiziert in die Planungsverfahren eingebracht werden.

Das Bayerische Geologische Landesamt und das Bayerische Landesamt für Umweltschutz haben gemeinsam die vorliegende Arbeitshilfe erarbeitet, in der einerseits dargelegt ist, wie das Schutzgut Boden in den jeweiligen Planungs- und Genehmigungsverfahren zu behandeln ist und andererseits wissenschaftlich fundierte Methoden zur Erfassung und Bewertung der Leistungsfähigkeit von Böden angeboten werden.

Wir hoffen, dass wir mit der Anwendung dieser Arbeitshilfe in den unterschiedlichen Planungs- und Genehmigungsverfahren dem Ziel eines sparsamen, sachgerechten und nachhaltigen Umgangs mit unseren Böden ein Stück näher kommen.

Christoph Himmighoffen  
Präsident des Bayerischen Landesamts  
für Umweltschutz

# Teil I Praxisbezogene Hinweise für Planungs- und Genehmigungsverfahren

## I.1 Einführung und Zielsetzung

Der Schutz des Bodens als weitgehend nicht erneuerbare Ressource und wesentliches Element einer nachhaltigen Entwicklung nimmt einen zunehmenden Stellenwert in der umweltpolitischen Diskussion ein. Vorläufiger Höhepunkt dieser Entwicklung ist die Verabschiedung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) als eigenständiges Gesetzeswerk.

Zur Gewährleistung eines flächendeckenden Bodenschutzes sind in Ergänzung zur Bodenschutzgesetzgebung eine Fülle bestehender, seit längerem bewährter (fach-) gesetzlicher Bestimmungen anwendbar, z.B. Bestimmungen des Naturschutzes und des Baurechts. Wesentlicher Ansatzpunkt sind dabei die in § 2 BBodSchG genannten Funktionen des Bodens.

Die vorliegende Arbeitshilfe richtet sich insbesondere an Fachverwaltungen, die im Rahmen von Planungs- und Genehmigungsverfahren die Belange des Bodenschutzes zu berücksichtigen haben.

Angesprochen sind insbesondere

- Gemeinden, z.B. im Rahmen der Bauleitplanung,
- Regionale Planungsverbände im Rahmen der Regionalplanung,
- Kreisverwaltungsbehörden als Bodenschutzbehörden,
- Landwirtschafts- und Forstverwaltung, für die der Erhalt der nachhaltigen Nutzungsfähigkeit des Bodens als Produktionsgrundlage eine Verpflichtung ist,
- die Naturschutzverwaltung, die für die nachhaltige Sicherung aller natürlichen Lebensgrundlagen zuständig ist,
- die Wasserwirtschaftsverwaltung, für die z.B. die Schutzfunktionen des Bodens für das Grundwasser oder die ausgleichende Wirkung im Wasserhaushalt und für den Wasserrückhalt elementare Belange darstellen,
- sonstige Planungsträger, z.B. Ver- und Entsorgungsunternehmen,
- Planungsbüros.

Die Arbeitshilfe ist nicht als verbindliches Regelwerk zu verstehen, sondern vielmehr als Angebot, das an den jeweiligen Einzelfall angepasst werden kann. Die Festlegung von Mindestanforderungen muss weiterhin den für das jeweilige Planungsinstrument bzw. Verwaltungsverfahren zuständigen Stellen vorbehalten bleiben. Die vorliegende Arbeitshilfe besteht aus zwei Teilen: Teil I stellt die gebräuchlichen Planungs- und Genehmigungsverfahren dar, in denen neben anderen Belangen auch der Bodenschutz von Bedeutung ist. Es wird aufgezeigt, wie das Schutzgut Boden in den einzelnen Verfahren behandelt werden kann, und welche Bodenfunktionen von besonderer Bedeutung sind. Teil II erläutert die in Teil I empfohlenen Methoden.

Dabei ist zu beachten, dass sowohl hinsichtlich der verfügbaren Methoden, als auch insbesondere bezüglich der nur in einzelnen Teilräumen vorliegenden Datengrundlagen kein starres Schema vorgegeben werden kann. Vielmehr ist regelmäßig der jeweilige Einzelfall individuell zu betrachten, wobei häufig die Fachkunde von Experten erforderlich sein wird.

Für die Bodenbewertung sind Methoden notwendig, mit denen Bodeninformationen zu einer Wertaussage über den Boden verknüpft werden können. Diese Arbeitshilfe stellt die wesentlichen, derzeit zur Verfügung stehenden Methoden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens und der Bodengefährdungen in Bayern dar, erläutert die notwendigen Eingangsparameter und beschreibt die Vorgehensweise bei der Bewertung. Die Einsetzbarkeit einer Methode hängt vor allem von der Verfügbarkeit der notwendigen Eingangsparameter ab. Für die Anwendung sachgerechter Bewertungsverfahren sind flächenrepräsentative Daten zu wichtigen Bodenkennwerten wünschenswert, wie sie bei einer Bodenkartierung nach dem Standard der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA 4 (AG BODEN, 1994) erhoben werden.

Derzeit sind nur für Teile Bayerns hinreichend genaue Bodenkarten bzw. Konzeptbodenkarten zur Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen verfügbar. Eine flächendeckende Bewertung der wichtigsten Bodenfunktionen ist aber für die regionale Maßstabsebene auf der Basis expertengestützter Bewertungssysteme möglich. In diesem Sinne flächendeckend bewertete natürliche Bodenfunktionen werden im Rahmen des LfU-Projekts „Regionale Landschaftsentwicklungskonzepte für Bayern“ erarbeitet und können – einzelfallbezogen – grundsätzlich beim Bayerischen Geologischen Landesamt angefordert werden. Das Geologische Landesamt stellt hierfür auf Anfrage Bodenkarten und Konzeptbodenkarten digital zur Verfügung. Es werden aber auch alternative Bewertungsmethoden dargestellt, die meistens auf den Daten der Bodenschätzung basieren und damit auch ohne Vorliegen detaillierter bodenkundlicher Kartierungsergebnisse anwendbar sind. Für forstlich genutzte Standorte kann für einzelne Bodenfunktionen die forstliche Standortkartierung eingesetzt werden.

Für größere Maßstäbe sind die natürlichen Bodenfunktionen mangels adäquater Datengrundlagen häufig nur nach vorherigen individuellen Bodenuntersuchungen darstellbar. Ob und inwieweit Bodenkartierungen im Zusammenhang mit Planungs- und Genehmigungsverfahren auf der örtlichen bzw. vorhabensbezogenen Ebene sachlich geboten, angemessen und realisierbar sind, kann nur im Einzelfall entschieden werden. Um so wichtiger ist es, auf regionaler Ebene Rahmenvorgaben und damit Bewertungsmaßstäbe in Form von konkreten, qualitativ und quantitativ bestimmbaren bodenbezogenen Zielvorgaben darzustellen.

**I.2 Boden und seine Funktionen**

Nach § 2 Abs. 2 BBodSchG erfüllt Boden im Sinne des Gesetzes:

- 1. Natürliche Bodenfunktionen
  - a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen
  - b) Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser und Nährstoffkreisläufen
  - c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers
- 2. Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte
- 3. Nutzungsfunktionen
  - a) Rohstofflagerstätte
  - b) Fläche für Siedlung und Erholung
  - c) Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung
  - d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung.

Die in der Ziffer 1 genannten natürlichen Bodenfunktionen und die in Ziffer 2 genannte Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte basieren auf den physikalischen und chemischen Ausprägungen des Bodenkörpers und sind nicht von Nutzungsinteressen geprägt. Die in Ziffer 3 genannten Funktionen repräsentieren für unsere Gesellschaft bedeutende Nutzungsfunktionen. Zum einen können diese Nutzungsfunktionen mit den natürlichen Bodenfunktionen korrespondieren, wenn die Nutzungsmöglichkeiten des Bodens direkt von der Leistungsfähigkeit des Bodens im Hinblick auf die natürlichen Funktionen abhängen. Dies ist bei der Funkti-

on des Bodens als Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung der Fall, die daher häufig auch als Teilfunktion der Lebensraumfunktion behandelt wird. In dieser Arbeitshilfe wird die Bodenteilfunktion „natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens“ als Voraussetzung für die land- und forstwirtschaftliche Nutzungsfunktion unter den natürlichen Bodenfunktionen subsummiert. Zum anderen kann der Boden aber auch gesellschaftlich bedeutsame bodenbeanspruchende Nutzungsfunktionen haben, die potenziell zu Bodenbeeinträchtigungen bis hin zum vollständigen Verlust der vorgenannten Bodenfunktionen führen können (Trägerfunktionen des Bodens; z.B. als Rohstofflagerstätte oder als Standort für Siedlung, Gewerbe, Verkehr). Auch diese Nutzungsfunktionen müssen bei der Betrachtung des Bodens in Planungs- und Genehmigungsverfahren Beachtung finden und in die Abwägungsprozesse einfließen, sind aber nicht Gegenstand dieser Arbeitshilfe. Im Rahmen dieser Arbeitshilfe sollen insbesondere die natürlichen Bodenfunktionen, die Funktion des Bodens als Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung, die auf den natürlichen Bodenfunktionen basiert und die Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte näher betrachtet werden.

Zur Bewertung der Bodenfunktionen müssen sie in einzelne, exakt definierte Teilfunktionen zerlegt werden, die mittels bodenkundlicher Daten erfasst und beschrieben werden können.

Die Bodenteilfunktionen, die in dieser Arbeitshilfe auf der Grundlage der Bodenfunktionen nach § 2 BBodSchG unterschieden werden, sind in Tabelle I/1 dargestellt. Die Bodenteilfunktionen, deren Bewertung wünschenswert wäre, für deren Bewertung aber die derzeitige Datenlage nicht ausreicht, sind in Kursivschrift gesetzt.

*Tabelle I/1: Bodenfunktionen nach BBodSchG und Bodenteilfunktionen*

Bodenfunktionen nach § 2 BBodSchG	Bewertbare Bodenteilfunktionen
Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen	Standort für natürliche Vegetation <i>Standort für Bodenorganismen</i>
Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe (z.B. Nitrat)
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften	Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge <i>Puffervermögen für organische Schadstoffe</i>
Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung	Natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden Natürliche Ertragsfähigkeit forstwirtschaftlich genutzter Böden
Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Archiv der Natur- und Kulturgeschichte



Es werden die Kriterien und Parameter für eine Bewertung der Bodenteilfunktionen angegeben und Methoden beschrieben, mittels derer die Kriterien durch die Verknüpfung der Parameter bestimmt und zu einer Bewertung der Bodenteilfunktionen umgesetzt werden können. Die Bewertungsergebnisse werden ordinal in Wertklassen von 1 (sehr geringe Funktionserfüllung) bis 5 (sehr hohe Funktionserfüllung) eingestuft. Je nach naturräumlichem Kontext und regional formulierten Bodenqualitätszielen kann eine Modifizierung der Wertklassen zur Einstufung der Bewertungsergebnisse notwendig sein. Diese Modifizierungen sollten jedoch erläutert und begründet werden.

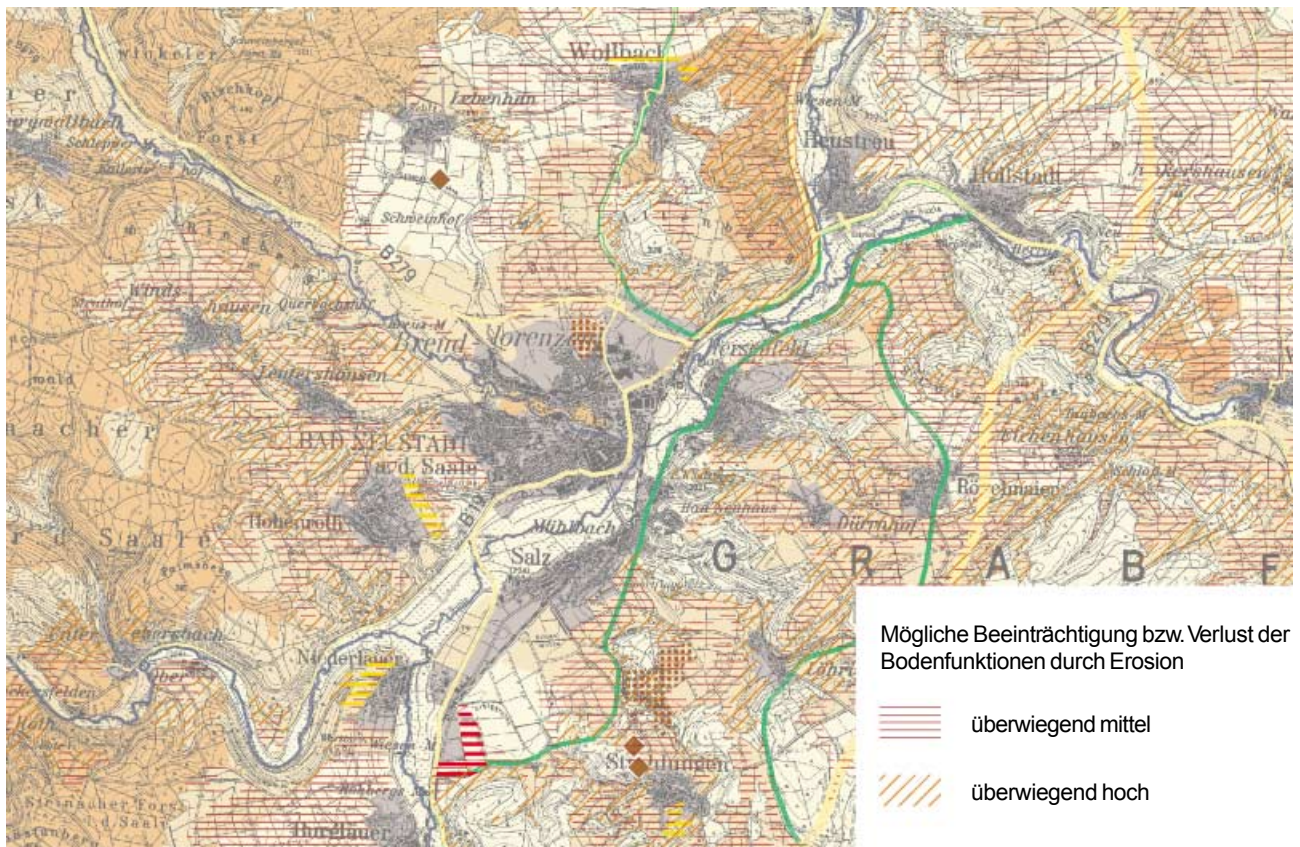
Für die Bewertung der Bodenteilfunktionen „Standort für Bodenorganismen“ sowie „Puffervermögen für organische Schadstoffe“ reichen derzeit das Prozesswissen und die Datengrundlage für eine Bewertung nicht aus. Da es sich um bedeutende Bodenfunktionen handelt, besteht hier noch Forschungsbedarf.

Zusätzlich zu den Bodenfunktionen nach dem BBodSchG wurde die Erosionsgefährdung als spezifische, planerisch handhabbare Bodengefährdung mit aufgenommen, da die Vermeidung der Bodenerosion essenziell zum Erhalt der Bodenfunktionen beiträgt.

Bei der Beurteilung der Erosionsgefährdung von Böden wird analog zur Bewertung der Bodenteilfunktionen vorgegangen.

Das Schutzgut Boden stellt ein komplexes und vernetztes System dar, dessen Wirkungszusammenhänge und Funktionalitäten noch nicht vollständig erforscht sind. Daher wird eine Beschreibung und Bewertung des Systems anhand weniger, leicht messbarer Parameter häufig als unzulässige Vereinfachung empfunden. Andererseits werden gerade seitens der Planung einfache Verfahren benötigt, die auf allen Planungsebenen in die Planungsprozesse integriert werden können, da ansonsten die Gefahr besteht, dass bodenschutzrelevante Aspekte nicht berücksichtigt werden. In diesem Spannungsfeld müssen Verfahren entwickelt werden, die es erlauben, mit vorliegenden oder einfach zu erhebenden Parametern für den jeweiligen Planungsmaßstab naturwissenschaftlich fundierte Aussagen zu den gesellschaftlich relevanten Bodenfunktionen zu treffen. Es ist daher selbstverständlich, dass in dem Maße, in dem sich die Datengrundlagen und das Verständnis der Zusammenhänge im Ökosystem Boden verändern, auch die Bewertungsverfahren modifiziert und fortentwickelt werden müssen.

Abbildung I/1: Erosionsgefährdete Bereiche bei Bad Neustadt a.d. Saale als Ergebnis einer ökologischen Risikoanalyse im Landschaftsentwicklungskonzept Region Main-Rhön (REGIERUNG VON UNTERFRANKEN 2003)



### I.3 Vorgehen bei Planungs- und Genehmigungsverfahren

Beim vorsorgenden Schutz des Bodens mit seinen vielfältigen Funktionen im Naturhaushalt kommt der räumlichen Planung eine entscheidende Rolle zu, da in ihr letztlich verbindliche Aussagen zur Flächennutzung gemacht werden. Für Vorhaben, welche die Bodennutzung betreffen oder regeln, ist es daher unerlässlich,

- die Funktionen des Bodens im Naturhaushalt zu erfassen und zu bewerten, um konkurrierende Nutzungen fachgerecht untereinander und gegeneinander abwägen zu können und
- Ziele zu definieren und Festlegungen zur Sicherung der Bodenfunktionen zu treffen.

Die hierbei zu berücksichtigenden fachlichen Grundlagen ergeben sich grundsätzlich aus den Funktionsbestimmungen des BBodSchG (siehe I.2).

Um die Bodenfunktionen bei Planungs- und Genehmigungsverfahren sachgerecht berücksichtigen zu können, empfiehlt sich grundsätzlich folgende Vorgehensweise:

- a) Darstellung des Planungsraumes im Bezug auf geologische Voraussetzungen und Festlegung der jeweils relevanten Bodenfunktionen (siehe I.2): Welche Funktionen sind im regionalen Kontext wichtig, betroffen und/oder können aufgrund der Datenlage bewertet werden?
- b) Ermittlung und Zusammenführung der verfügbaren Daten, ggf. Erhebung zusätzlicher Bodendaten: Wichtige Datenquellen sind in Teil II Kapitel 5 genannt. Erhebung zusätzlicher Bodendaten in speziellen Fällen, z.B. wenn starker Grundwassereinfluss oder andere standörtliche Besonderheiten eine hohe Bedeutung der betreffenden Böden erwarten lassen.

- c) Bewertung der Bodenfunktionen und Ermittlung des jeweiligen Funktionserfüllungsgrades:

Zur Bewertung der Bodenfunktionen werden in den Tabellen I/3 und I/4 für die verschiedenen Planungs- und Genehmigungsverfahren Methoden genannt, die in Teil II dieser Arbeitshilfe erläutert werden. Die Bewertung der Bodenfunktionen erfolgt hinsichtlich ihrer Funktionserfüllung i.d.R. in einer drei- bis fünfstufigen Skala.

- d) Erfassung der Auswirkungen von vorhandenen oder geplanten Nutzungen auf die Bodenfunktionen und Ermittlung der daraus resultierenden Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, z.B. im Rahmen einer ökologischen Risikoanalyse (vgl. Tabelle I/2 und Vorgehensweise zur Einschätzung der Erosionsgefährdung in Kapitel II.4.1). Eine erosionsfördernde Nutzung kann beispielsweise der Anbau von Mais darstellen, während Grünlandnutzung die Erosion hemmt.
- e) Ermittlung und Festlegung von Zielen und Maßnahmen zur Vermeidung, Minimierung und Kompensation von Bodenbeeinträchtigungen (siehe Kap. I.6.3).

Tabelle I/2: Prinzip der ökologischen Risikoanalyse

Grad der Gefährdung (z.B. durch Erosion)		Belastende Nutzungseinflüsse (z.B. erosionsfördernde Wirkung landwirtschaftliche Nutzung)		
		gering	mittel	hoch
Ausprägung der jeweiligen Bodeneigenschaft (z.B. natürliche Erosionsanfälligkeit)	sehr gering	gering	gering	mittel
	gering	gering	gering	mittel
	mittel	gering	mittel	mittel
	hoch	gering	mittel	hoch
	sehr hoch	mittel	hoch	hoch

### I.4 Die Maßstabsebenen der räumlichen Planung

Bodenschutzbelange können in allen Planungs- und Genehmigungsverfahren betroffen sein (Querschnittsaufgabe) und sind insofern nicht auf bestimmte Planungs- und Genehmigungsverfahren zu beschränken. Dabei erweisen sich weniger die Charakteristika der jeweiligen Verfahren als vielmehr die jeweilige betroffene Planungsebene als entscheidend.

Die jeweilige Maßstabsebene hat Auswirkungen auf

- die Planungsinhalte,
- die spezifischen Bindungswirkungen,
- den räumlichen, sachlichen Konkretisierungsgrad,
- die jeweils anwendbaren Bewertungsmethoden und Grundlagen (s. Tabellen I/3 und I/4 in Verbindung mit Teil II).

Unter diesen Gesichtspunkten ist es zweckmäßig, die Planungs- und Genehmigungsverfahren nach den Maßstabsebenen zu gliedern, die regelmäßig berührt werden.

Folgende Ebenen werden unterschieden:

#### a) Die regionale Maßstabsebene der überörtlichen vorbereitenden Planung

(Maßstabsebene ca. 1:100 000 bis 1:25 000)

Hier werden Rahmenvorgaben für nachfolgende Planungsebenen gemacht, die je nach Planart von öffentlichen Planungsträgern zu beachten sind. Raumbezogene Aussagen dieser Maßstabsebene weisen keine Flächenscharfe, sondern Gebietscharfe auf. Eine wesentliche Aufgabe der Planungen auf dieser Ebene besteht darin, regionalisierte Zielvorgaben zum Bodenschutz zu geben, die nachfolgenden Planungen als Orientierungsmaßstab dienen.

Wichtige Planwerke der regionalen vorbereitenden Planung sind z. B.

- die Regionalplanung als überfachlich integrierende räumliche Gesamtplanung,
- in die Regionalplanung integrierte Fachplanungsbeiträge, insbesondere die regionalen Landschaftsrahmenpläne, deren Fortschreibung für die bayerischen Planungsregionen derzeit in Form Regionaler Landschaftsentwicklungskonzepte (LEK) vorbereitet wird,
- Raumordnungsverfahren einschließlich raumordnerischer Umweltverträglichkeitsprüfung,
- die Agrarstrukturelle Vor- und Entwicklungsplanung,
- die Forstliche Rahmenplanung/Waldfunktionsplanung.

#### b) Die örtliche Maßstabsebene der vorbereitenden Planung (Maßstabsebene ca. 1:5 000 – 1:10 000)

Die örtliche vorbereitende Planung im hier verwendeten Kontext ist dadurch gekennzeichnet, dass hier bereits flächenscharfe Planungsaussagen möglich sind und konkrete Empfehlungen für die weitere

Umsetzung getroffen werden. Dementsprechend sind auch raumbezogene Bewertungen zum Schutzgut Boden mit entsprechender räumlicher Auflösung notwendig. Als vorbereitende Planung sind Planungen dieser Maßstabsebene grundsätzlich für alle Planungsträger verbindlich.

Wichtige Planungs- und Genehmigungsverfahren sind:

- die Flächennutzungsplanung (vorbereitende Bauleitplanung) als räumliche Gesamtplanung einschließlich darin enthaltener Fachbeiträge, insbesondere der gemeindlichen Landschaftsplanung
- Umweltverträglichkeitsprüfung

#### c) Die örtliche Maßstabsebene der verbindlichen Planung (Maßstabsebene > 1:5 000)

Die örtliche verbindliche Planung im hier verstandenen Sinn meint die für den Träger einer Maßnahme verbindliche Planung. Dazu zählen grundsätzlich alle Genehmigungs- bzw. Planfeststellungsverfahren. Die örtlich verbindliche Planung ist mindestens flurstücks- bzw. parzellenscharf und stellt deshalb entsprechend hohe Anforderungen auch an die räumliche Auflösung und sachliche Konkretisierung in Bezug auf Bodenschutzbelange.

Wichtige Planungs- und Genehmigungsverfahren dieser Maßstabsebene sind:

- Bebauungspläne einschließlich Grünordnungspläne und Eingriffsregelung, städtebauliche Sanierungs- und Entwicklungsmaßnahmen,
- Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung in Planungs- und Genehmigungsverfahren,
- Verfahren der Ländlichen Entwicklung (nach dem Flurbereinigungsgesetz).

Die Behandlung von Bodenschutzaspekten im Rahmen der angesprochenen Planungs- und Genehmigungsverfahren erfolgt in den Kapiteln I.5.1 bis I.5.3. Dabei werden für die jeweiligen Maßstabsebenen Empfehlungen zu adäquaten Bewertungsmethoden für das Schutzgut Boden gegeben.

## I.5 Bewertungsmethoden für die Maßstabsebenen

### I.5.1 Bewertungsmethoden für die regionale Planungsebene (M 1:100.000 - 1:25.000)

Grundlagen sind in der Regel nicht frei zugänglich, können aber – ein entsprechendes öffentliches Interesse des jeweiligen Vorhabens vorausgesetzt – mit Unterstützung des Bayerischen Geologischen Landesamtes und ggf. weiterer Fachbehörden grundsätzlich bereitgestellt werden.

Zur Darstellung der Böden stehen auf der Ebene der überörtlichen vorbereitenden Planung derzeit die in Tabelle I/3 bezeichneten und im Teil II näher beschriebenen Methoden zur Verfügung. Die dargestellten

**Tabelle I/3: Methoden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens und Bodengefährdungen: M 1:100.000 - 1:25.000**

Funktion (§ 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Methoden zur Bewertung bei Vorliegen von (Konzept-) Bodenkarte oder BÜK 200 <sup>1</sup>	Alternative Methoden zur Bewertung ohne Konzeptbodenkarte oder BÜK 200
<b>Natürliche Funktionen</b>			
Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen (Lebensraumfunktion)	Standortpotenzial für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotopschutzfunktion)	<b>Methode II 1.1</b> Bewertung anhand der Parameter: - Bodentyp - nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFK <sub>We</sub> ) - Carbonatgehalt - Grundwassereinfluss - Überflutungsdynamik	<b>Methode II 1.1b</b> Expertengestütztes Bewertungssystem auf der Grundlage der LEK Methodik (2002) - Standort, Relief - Potenzielle natürliche Vegetation - Vernetzungsfunktion (Lage im Raum) - Wiederherstellbarkeit des Standorts - aktueller Nutzungstyp
	Standort für Bodenorganismen	Kann derzeit nicht mit Standardmethoden bewertet werden (vgl. Teil II, Kap. 1.2)	Kann derzeit nicht mit Standardmethoden bewertet werden (vgl. Teil II, Kap. 1.2)
Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen	<b>Methode II 1.3</b> Bewertung anhand der Parameter: - gesättigte Wasserleitfähigkeit(kf) - nutzbare Feldkapazität (nFK) - Luftkapazität (LK) - Grundwassereinfluss - Stauwassereinfluss	<b>Methode II 1.3a</b> Bewertung mittels Klassenzeichen aus der Bodenschätzungs-Übersichtskarte 1:25.000 (generalisiert), nicht bei allen Böden anwendbar; Validierung notwendig unter Berücksichtigung der topographischen und hydrogeologischen Situation.
	Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe <sup>2</sup>	<b>Methode II 1.4</b> Bewertung anhand der Parameter - Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (FKWe) - Sickerwasserrate/klimatische Wasserbilanz	Keine Standardmethode verfügbar, regional in Abstimmung mit Fachbehörden (GLA / LfU) auf Grundlage von vorhandenen Datengrundlagen zu entwickelnde Methode; Validierung notwendig (vgl. Teil II, Kap. 1.4).

<sup>1</sup> KRUG, D. & HARTWICH, R. (2001): BÜK 200 - Bodenkundliche Übersichtskarte M 1: 200.000. Im Aufbau befindliches, bundeseinheitliches Kartenwerk. In Bayern derzeit verfügbar: Blatt CC 7934 - München. In Vorbereitung (2003): Blatt CC 7134 - Regensburg u. Blatt CC 8742 - Bad Reichenhall

<sup>2</sup> Methode gilt bzgl. Nitrat nur für Böden außerhalb der Wälder. Im Wald muss i.d.R. davon ausgegangen werden, dass 1. insbesondere bei älteren Beständen ein Stickstoff-Entzug (z.B. durch Ernte) im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Flächen nur in geringem Umfang erfolgt, 2. der Stickstoffeintrag über den Luftpfad den Stickstoffentzug deshalb i.d.R. deutlich übersteigt und 3. die Pufferkapazität der Waldböden gegenüber Stickstoffeinträgen im Vergleich zu den Einträgen über den Luftpfad bedeutungsmäßig in den Hintergrund treten. Die meisten Böden unter Wald üben insofern (z.B. im Vergleich zu extensiv genutztem Grünland) in Bezug auf Nitrat keine nennenswerte Rückhaltefunktion aus (Kölling, 2001, mdl.)

Tabelle I/3: Methoden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens und Bodengefährdungen: M 1:100.000 - 1:25.000

Funktion (§ 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Methoden zur Bewertung bei Vorliegen von (Konzept-) Bodenkarte oder BÜK 200 <sup>1</sup>	Alternative Methoden zur Bewertung ohne Bodenkarten/Konzeptbodenkarte
<b>Natürliche Funktionen</b>			
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften (Filter- und Pufferfunktion)	Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle	<b>Methode II 1.5</b> Bewertung anhand der Parameter: - pH-Wert des Bodens - Tongehalt / Bodenart - Humusgehalt / Humusstufe - Skelettgehalt - Grundwasserstand/Moor	<b>Methode II 1.5a</b> Bewertung mittels Klassenzeichen aus der Bodenschätzungs-Übersichtskarte 1:25 000.
	Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge	<b>Methode II 1.6</b> Bewertung anhand der Parameter: - Rohdichte (trocken) - Skelettgehalt - Horizontmächtigkeiten - Potenzielle Kationenaustauschkapazität - Basensättigung, Carbonatgehalt - Humusgehalt	Keine Standardmethode - regional in Abstimmung mit Fachbehörden (LWF / GLA / LfU) auf Grundlage von vorhandenen Datengrundlagen (Profildatenbank der LWF, Forstliche Standortkarten, soweit verfügbar) zu entwickelnde Methode <sup>3</sup> (vgl. Teil II, Kap. 1.6).
	Filter-, Puffer- und Transformatorfunktion des Bodens für organische Schadstoffe	Kann derzeit nicht bewertet werden (setzt Betrachtung einzelner Stoffe voraus)	Kann derzeit nicht bewertet werden (setzt Betrachtung einzelner Stoffe voraus).
<b>Archivfunktionen</b>			
Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (Archivfunktion)	Böden mit einer bedeutenden Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Bewertung auf Grundlage der Konzeptbodenkarte nicht möglich	<b>Vorgehen nach II.2</b> Geotope, Archivböden, Bodendenkmäler (nachrichtliche Übernahme, soweit verfügbar)
<b>Nutzungsfunktionen</b>			
Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung	Natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden	Bewertung auf Grundlage der Konzeptbodenkarte nicht möglich	<b>Methode II.1.8.2</b> Bewertung auf der Grundlage der Standortkennzeichnung der Landwirtschaftlichen Standortkarte und / oder der Bodengütekarte (1:100 000).
	Natürliche Ertragsfähigkeit forstwirtschaftlich genutzter Böden	Bewertung auf Grundlage der Konzeptbodenkarte nicht möglich	Kann derzeit im regionalem Maßstab mit Standardmethoden nicht bewertet werden.
<b>Spezifische, planerisch handhabbare Bodengefährdungen</b>			
	Erosionsgefährdung	Bewertung auf Grundlage der Konzeptbodenkarte nicht möglich.  Redaktionelle Anmerkung: Eine generalisierte Risikoabschätzung auf der Grundlage der KBK (abgeleitete K-Faktoren) und standardisierter Bewirtschaftungsfaktoren (typische Hanglängen, Fruchtfolgen etc.) erscheint für regionale Betrachtungen möglich; vgl. LEK (BAYLFU 2002)	<b>Methode II.3.1</b> Risikoanalyse mit den Eingangsgrößen: - Klassenzeichen der Bodenschätzung aus Bodenschätzungsübersichtskarte 1:25.000 - langjähriger Niederschlag - Relief (Hangneigung) - Bodenbewirtschaftung

<sup>3</sup> Die Kartenwerke der Forstlichen Standorterkundung liegen im Maßstab 1:10.000 für den Staatsforst vor (einsehbar bei Forstämtern bzw. Forstdirektionen). Auch für den Bereich der Körperschafts- und Privatwälder ist dieses Kartenwerk weithin vorhanden, jedoch aus Datenschutzgründen nicht frei zugänglich (Einwilligung der Waldbesitzer erforderlich).

**1.5.2 Bewertungsmethoden für die örtliche vorbereitende Planungsebene (M 1:10.000 - 1:5.000)**

Die Bewertung der Bodenfunktionen auf der Ebene der örtlichen vorbereitenden Planungen (M 1:10 000 bis 1:5 000) muss in der Regel flächenscharf erfolgen. Dies setzt entsprechend genaue Datengrundlagen zum Boden voraus, die nicht immer vorhanden sein werden. Einige Bodenfunktionen lassen sich auf dieser Maßstabsebene aus vorhandenen Grundlagen ableiten, insbesondere (für den Bereich landwirtschaftlicher Flächen) aus den Daten der Bodenschätzung. Für andere Bodenfunktionen sind im Zweifel gezielt Bodenuntersuchungen durch fachlich qualifizierte

Experten notwendig. In welchen Fällen der damit verbundene Aufwand notwendig und gerechtfertigt ist, kann durch gezielte Voruntersuchungen auf der Basis der für die regionale Maßstabsebene beschriebenen Bewertungsverfahren (vgl. Tabelle I/3) und – soweit verfügbar – anhand vorhandener regionalisierter, raumbezogener Bodenschutzziele (z.B. im Rahmen Regionaler Landschaftsentwicklungskonzepte) ermittelt werden. Tabelle I/4 gibt eine Übersicht der für diese Maßstabsebene verfügbaren Methoden. Zusätzlich zu den Bodenfunktionen nach dem BBodSchG wurde die Erosionsgefährdung als spezifische, planerisch handhabbare Bodengefährdung aufgenommen, da die Vermeidung der Bodenerosion essenziell zum Erhalt der Bodenfunktionen beiträgt.

**Tabelle I/4: Methoden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens und Bodengefährdungen: M 1:10.000 - 1:5.000**

Funktion (§ 2 BBodSchG)	Teilkriterium	Bewertung anhand großmaßstäblicher Voruntersuchungen bei Vorliegen von Bodenkarten/Konzeptbodenkarten <sup>4</sup> · Bewertungsmethoden für vertiefende Untersuchungen (Kartierung nach KA4) <sup>5</sup>	Alternative Methoden zur Bewertung ohne Bodenkarten/Konzeptbodenkarte
<b>Natürliche Funktionen</b>			
Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen (Lebensraumfunktion)	Standortpotenzial für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotopschutzfunktion)	<b>Methode II.1.1</b> Bewertung anhand der Parameter: - Bodentyp - nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFK <sub>We</sub> ) - Carbonatgehalt - Grundwassereinfluss - Überflutungsdynamik	<b>Methode II.1.1a</b> Bewertung anhand der Parameter: - Klassenzeichen der Bodenschätzung - Wertzahl - aktuelle Daten
	Standort für Bodenorganismen	Kann derzeit nicht mit Standardmethoden bewertet werden (vgl. Teil II, Kap. 3.2).	Kann derzeit nicht mit Standardmethoden bewertet werden (vgl. Teil II, Kap. 3.2).
Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen	<b>Methode II.1.3</b> Bewertung anhand der Parameter: - gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf) nutzbare - Feldkapazität (nFK) - Luftkapazität (LK) - Grundwassereinfluss - Stauwassereinfluss - Hangneigung (aus digitalem Geländemodell)	<b>Methode II.1.3a</b> Bewertung mittels Klassenzeichen aus der Bodenschätzungs-Übersichtskarte 1: 25 000 (generalisiert), nicht bei allen Böden anwendbar; Validierung notwendig unter Berücksichtigung der topographischen und hydrogeologischen Situation.
	Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe <sup>6</sup>	<b>Methode II.1.4</b> Bewertung anhand der Parameter (vgl. DIN 19732): - Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (FK <sub>We</sub> ) - Sickerwasserrate/klimatische Wasserbilanz	Keine Alternativmethode

<sup>4</sup> Maßstabsbedingt nur Ableitung von allgemeinen Zielaussagen, keine flächenscharfen Aussagen möglich

<sup>5</sup> AG BODEN (1994)

Tabelle I/4: Methoden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens und Bodengefährdungen: M 1: 10.000 – 1:5.000

Funktion (§ 2 BBodSchG)	Teilkriterium	Bewertung anhand großmaßstäblicher Voruntersuchungen bei Vorliegen von Bodenkarten / Konzeptbodenkarten <sup>4</sup> - Bewertungsmethoden für vertiefende Untersuchungen (Kartierung nach KA4) <sup>5</sup>	Alternative Methoden zur Bewertung ohne Bodenkarten / Konzeptbodenkarte
<b>Natürliche Funktionen</b>			
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften (Filter- und Pufferfunktion)	Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle	<b>Methode II.1.5</b> Bewertung anhand der Parameter: - pH-Wert des Bodens - Tongehalt / Bodenart - Humusgehalt / Humusstufe - Skelettgehalt - Grundwasserstand / Moor	<b>Methode II.1.5a</b> Bewertung mittels Klassenzeichen aus der Bodenschätzungs-Übersichtskarte 1: 25 000 (generalisiert).
	Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge	<b>Methode II.1.6</b> Bewertung anhand der Parameter: - Rohdichte (trocken) - Skelettgehalt - Horizontmächtigkeiten - potenzielle Kationenaustauschkapazität - Basensättigung, Carbonatgehalt - Humusgehalt	Keine Standardmethode - regional durch Experten (LWF / GLA / LfU) zu entwickelnde Methode auf Grundlage von vorhandenen Datengrundlagen (Profildatenbank der LWF, Forstliche Standortkarten, soweit verfügbar) (vgl. Teil II, Kap. 1.6).
	Filter-, Puffer- und Transformatorfunktion des Bodens für organische Schadstoffe	Kann derzeit nicht bewertet werden (setzt Betrachtung einzelner Stoffe voraus)	Kann derzeit nicht bewertet werden (setzt Betrachtung einzelner Stoffe voraus).
<b>Archivfunktion</b>			
Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (Archivfunktion)	Böden mit einer bedeutenden Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Keine Standardmethode <b>Vorgehen nach II.2</b> Boden mit bedeutender Funktion als Archiv der Kulturgeschichte	Keine Alternativmethode
<b>Nutzungsfunktionen</b>			
Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung	Natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden	Bewertung auf Grundlage der Konzeptbodenkarte nicht möglich. <b>Methode II.1.8.2 (II.1.8.1)</b> Bewertung auf der Grundlage der Standortkennzeichnung der Landwirtschaftlichen Standortkarte	<b>Methode II.1.8.1</b> Bewertung anhand der Wertzahlen der Bodenschätzung. Ggf. örtlich vorhandene Informationen, z.B. im Rahmen laufender oder abgeschlossener Verfahren der Ländlichen Entwicklung.
	Natürliche Ertragsfähigkeit forstwirtschaftlich genutzter Böden	<b>Methode II.1.9</b> Bewertung anhand forstlicher Standorteinheit (Substrat, Nährstoffversorgung, Wasserhaushalt)	keine Alternativmethode
<b>Spezifische, planerisch handhabbare Bodengefährdungen</b>			
	Erosionsgefährdung	Bewertung auf Grundlage der Konzeptbodenkarte in dieser Maßstabsebene nicht möglich.	<b>Methode II.3.1</b> Risikoanalyse mit den Eingangsgrößen: - Klassenzeichen der Bodenschätzung - langjähriger Niederschlag - Relief (Hangneigung) - Bodenbewirtschaftung

<sup>6</sup> Methode gilt bzgl. Nitrat nur für Böden außerhalb der Wälder. Im Wald muss i.d.R. davon ausgegangen werden, dass 1. insbesondere bei älteren Beständen ein Stickstoff-Entzug (z.B. durch Ernte) im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Flächen nur in geringem Umfang erfolgt, 2. der Stickstoffeintrag über den Luftpfad den Stickstoffentzug deshalb i.d.R. übersteigt und 3. die Pufferkapazität der Waldböden gegenüber Stickstoffeinträgen im Vergleich zu den Einträgen über den Luftpfad bedeutungsmäßig in den Hintergrund treten. Die meisten Böden unter Wald üben insofern (z.B. im Vergleich zu extensiv genutztem Grünland) in Bezug auf Nitrat keine nennenswerte Rückhaltefunktion aus (KÖLLING, 2001, mdl.)

### I.5.3 Bewertungsmethoden für die örtliche verbindliche Planungsebene (M 1:5.000 und größer)

Die verbindliche Planung der örtlichen Ebene (Maßstäbe 1: 5 000 und größer) ist unmittelbar verbindlich und stellt deshalb besonders hohe Anforderungen an die räumliche und sachliche Konkretisierung eventuell einzubringender Bodenschutzbelange.

Die im Kapitel I.5.2 (Tabelle I/4) angesprochenen Verfahren zur Bewertung der Bodenfunktionen sind hier grundsätzlich entsprechend anzuwenden, allerdings mit höheren Anforderungen hinsichtlich der räumlichen Auflösung einerseits, der Notwendigkeit vertiefender Untersuchungen andererseits.

Da sich für diese Maßstabsebene derzeit keine weiteren methodischen Differenzierungen darstellen lassen, wird an dieser Stelle auf Tabelle I/4 verwiesen.



### I.6 Hinweise, Empfehlungen, Anwendungsbeispiele

#### I.6.1 Allgemeine Hinweise und Empfehlungen

In Planungs- und Genehmigungsverfahren sind alle öffentlichen und privaten Belange untereinander und gegeneinander gerecht abzuwägen. Welche Belange dabei bevorzugt und welche Belange dabei zurückgestellt werden, ist Gegenstand der Abwägung. Je nach Fragestellung muss dabei sowohl eine hohe Funktionserfüllung des Bodens und damit die Schutzwürdigkeit, als auch eine niedrige Funktionserfüllung und damit die Schutzbedürftigkeit des Bodens betrachtet werden. Die Gewichtung verschiedener Bodenfunktionen kann nur im Einzelfall und im regionalen Kontext vorgenommen werden. Für eine sachgerechte Abwägung im Rahmen von Planungs- und Genehmigungsverfahren ist es daher erforderlich, das Schutzgut Boden in seinen Funktionen hinreichend genau zu erfassen und dessen mögliche Beeinträchtigungen in ihrer Erheblichkeit zu ermitteln und zu bewerten.

Die im Teil II dieser Arbeitshilfe dargestellten Bewertungsverfahren für Bodenfunktionen führen zu einer Einstufung in 3 bis 5 Wertstufen von sehr gering bis sehr hoch, je nach dem Grad der Funktionserfüllung. Aus den Wertstufen leiten sich Aussagen zur Schutzwürdigkeit bzw. Schutzbedürftigkeit ab. Daraus können im Rahmen von Planungs- und Genehmigungsverfahren entsprechende Konsequenzen gezogen werden:

- Bei einer hohen oder sehr hohen Funktionserfüllung ist in der Regel von einer hohen Schutzwürdigkeit bzw. von erheblichen Beeinträchtigungen der betroffenen Bodenfunktion durch das verfahrensgegenständliche Vorhaben auszugehen. Die Bodenfunktionen sind hier durch ein breites Spektrum von Empfehlungen bzw. Maßnahmen zu berücksichtigen, das von der Formulierung eines abwägungsrelevanten Belangs über die Feststellung eines Ausgleichsbedarfs ggf. bis zur Bestimmung eines Vorrangs gegenüber konkurrierenden Belangen reichen kann. Bei Böden mit sehr hoher Funktionserfüllung ist für eine Gesamtaussage zusätzlich die Seltenheit in der Region einzubeziehen.
- Auch bei mittlerer Funktionserfüllung sind nicht unerhebliche Beeinträchtigungen der betroffenen Bodenfunktion durch das verfahrensgegenständliche Vorhaben zu erwarten. Besondere Empfehlungen bzw. Maßnahmen zur Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes können hier getroffen werden, sofern dies im Einzelfall erforderlich ist.
- In Planungs- und Genehmigungsverfahren, die ein Bauvorhaben zum Gegenstand haben, sind bei einer geringen oder sehr geringen Funktionserfüllung in der Regel keine besonderen Empfehlungen bzw. Maßnahmen für den Bodenschutz erforderlich. Sofern wegen nicht ausreichender Funktionserfüllung des Bodens Gefährdungen oder Nachteile für andere Schutzgüter aus dem Vorhaben zu erwarten sind, kann der Erhaltung der Funktionsfähigkeit des

Bodens in Bezug auf diese Schutzgüter eine hohe Priorität eingeräumt werden. Insbesondere in Verfahren der Ländlichen Entwicklung, aber auch auf den Ebenen der Landschaftsplanung sowie bei wasserwirtschaftlichen Planungen sind Maßnahmen zum Schutz bzw. zur Verbesserung der Bodenfunktionen angebracht, sofern dies im Einzelfall möglich ist.

Die Handhabung des Bodenschutzes durch die Betrachtung von Bodenteilfunktionen kann insbesondere bei der Funktion der Böden im Naturhaushalt zu gegenläufigen Bewertungsergebnissen führen. So haben z.B. Böden mit einem hohen Rückhaltevermögen für wasserlösliche Stoffe (z.B. Nitrat) aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit für den Schutz des Grundwassers hohe Bedeutung für den Bodenschutz und besitzen somit eine hohe Schutzwürdigkeit im Naturhaushalt. Andererseits kommt aber ebenso auch Böden mit einem geringen Rückhaltevermögen für wasserlösliche Stoffe aus Gründen des Grundwasserschutzes eine hohe Schutzbedürftigkeit im Naturhaushalt zu. Daher sind in Planungs- und Genehmigungsverfahren je nach Art des Vorhabens ggf. sowohl Böden mit einer hohen Funktionserfüllung als auch Böden mit einer geringen Funktionserfüllung, aber hohen Schutzbedürftigkeit, zu würdigen.

Innerfachliche Zielkonflikte des Bodenschutzes können auch durch gegenläufige Bewertungen unterschiedlicher Teilfunktionen auftreten. So geht z.B. bei einem Boden mit einer hohen Bedeutung als Lebensraum und Standort für natürliche Vegetation häufig ein geringes natürliches Ertragspotenzial einher. Die Bewertung der Bodenfunktionen und deren Abwägung untereinander kann daher nicht ohne besondere Beachtung des Einzelfalls erfolgen. Dies gilt um so mehr in Planungs- und Genehmigungsverfahren, in denen der Bodenschutz nur einer unter vielen konkurrierenden öffentlichen und privaten Belangen ist.

Im Fall örtlich oder regional flächendeckend gleichlautender oder ähnlicher Bewertungsergebnisse empfiehlt es sich, die Bewertungsskala innerhalb des vorgegebenen Rahmens (s. Teil II dieser Arbeitshilfe) weiter zu differenzieren. Damit können auch geringere Unterschiede der betrachteten Böden untereinander deutlich herausgestellt werden, was die planerische Beurteilung oder Abwägung in konkreten Planungs- oder Genehmigungsverfahren wesentlich erleichtern kann. Dabei ist jedoch auf die korrekte kardinale Einstufung der differenzierten Bewertungsergebnisse in den landesweit gültigen Bewertungsrahmen zu achten, um den Eindruck zu vermeiden, dass Böden, denen nur im regionalen Kontext hohe Bedeutung zukommt, im selben Maße zur Erfüllung der Bodenfunktionen beitragen wie Böden mit einer absolut hohen Bedeutung in anderen Landesteilen (s. Anwendungsbeispiel Gemeinde Baisersdorf, Kap. I.6.2.1).

Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Böden in Bezug auf den Bodenschutz insgesamt kann zur einfacheren Handhabung aus den Wertstufen der einzelnen Bodenfunktionen ein Gesamtwert abgeleitet werden. Verschiedene Böden können so hinsichtlich ihres Gesamtwertes miteinander verglichen werden. In der Ge-

sambewertung sind die einzelnen Bodenfunktionen anhand örtlicher oder regionaler Umweltqualitätsziele und der konkreten Auswirkungen des gegenständlichen Vorhabens unterschiedlich zu gewichten. Das Vorkommen von Böden mit einer sehr hohen Funktionserfüllung sollte dabei als zusätzliches Kriterium in die Gesamtbewertung einfließen.

Die Bildung eines aggregierten Gesamtwertes von Böden über deren Teilfunktionen hinweg kann insbesondere dazu dienen, den Wert von Böden und die Belange des Bodenschutzes in Planungs- und Genehmigungsverfahren frühzeitig deutlich zum Ausdruck zu bringen. Dieser Gesamtwert aggregiert jedoch auch ggf. gegenläufige Bewertungsergebnisse der einzelnen Teilfunktionen und kann somit im Einzelfall die Bedeutung relevanter Teilfunktionen verschleiern. Da in Planungs- und Genehmigungsverfahren stets konkrete Belange behandelt werden, reicht es nicht aus, einen abstrakten Gesamtwert der Böden anzugeben. Um Defizite oder Fehleinschätzungen in der Abwägung zu vermeiden, sind neben einem etwaigen Gesamtwert der Böden stets auch die einzelnen Bodenteilfunktionen entsprechend ihrem objektiven Gewicht im Einzelfall einzustellen (s. Anwendungsbeispiel Gemeinde Stegaurach, Kap. I.6.2.2).

I.6.2 Anwendungsbeispiele

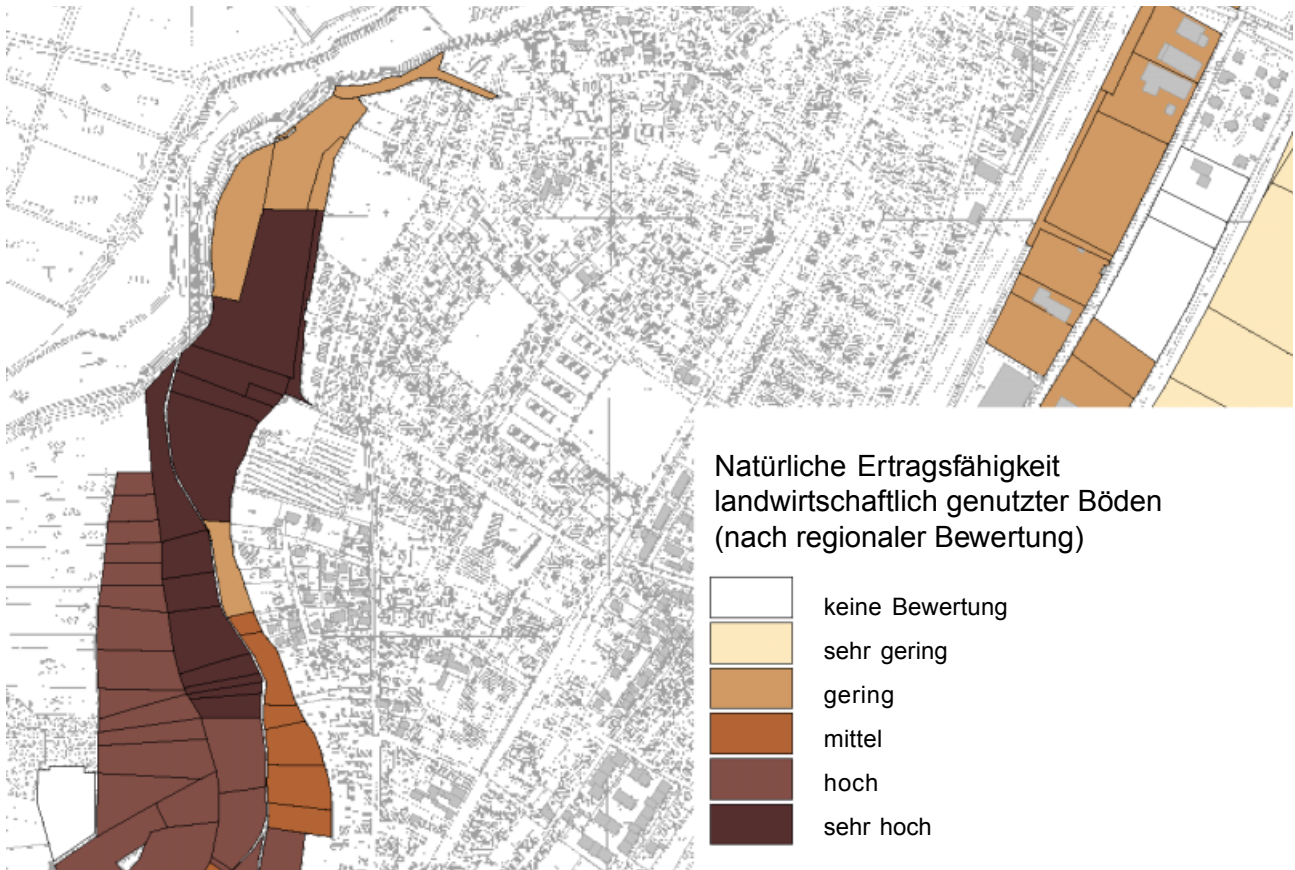
I.6.2.1 Bewertung der natürlichen Ertragsfähigkeit - Anwendungsbeispiel Gemeinde Baiersdorf

Im Projekt „Kommunales Flächenressourcen-Management“ (BAYLFU & GEOTEAM 2002) wurde in vier Pilotkommunen neben anderen Bodenfunktionen und einer Gesamtbewertung das Standortpotenzial für Kulturpflanzen (natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden) bewertet. In der Gemeinde Baiersdorf wurde die natürliche Ertragsfähigkeit anhand der Wertzahlen der Bodenschätzung und der Standortkennzeichnung der Landwirtschaftlichen Standortkarte ermittelt.

Die Bandbreite der örtlichen Acker- und Grünlandzahlen erreicht nicht die bayernweite Differenziertheit. Einzelne ungünstige Standorte mit reinen Sandböden und nasse anmoorige Böden erreichen bei der Bodenschätzung Zahlenwerte von 10 bis 18. Die wenigen, im regionalen Vergleich sehr guten Böden erreichen Wertzahlen von maximal 59. Der überwiegende Teil liegt bei Werten von 30 bis maximal 48, d.h. überwiegend in den Bewertungsklassen mittel und gering.

Für die Einstufung der natürlichen Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden wurde zur besseren Differenzierung ein regionaler Bewertungsmaßstab

Abbildung I/2: Einstufung der natürlichen Ertragsfähigkeit in der Gemeinde Baiersdorf (BAYLFU & GEOTEAM 2002)



definiert. Hierbei wurde der Bewertungsrahmen auf der Grundlage der Bodenschätzungsübersichtskarte an die Bandbreite der regional in vergleichbaren geologischen Einheiten des Naturraums vorkommenden Bodenschätzungsergebnisse mit Unterstützung von Experten angepasst und entsprechend gespreizt. Aus den für die naturräumliche Einheit dokumentierten Klassenzeichen und den im Acker- bzw. Grünlandzählungsrahmen zugeordneten Acker- und Grünlandzahlen wurde die Spannweite der zu erfassenden Schätzungsergebnisse abgeleitet. Die Klassengrenzen wurden dabei so gewählt, dass Böden mit gleichem Klassenbeschrieb auch in die selben Bewertungsklassen fallen (Tabelle I/6).

Der Vergleich der beiden Bewertungstabellen I/5 und I/6 zeigt, dass in der regionalisierten Bewertung (Tabelle I/6) die Unterschiede in der natürlichen Ertragsfähigkeit deutlicher herausgestellt werden, als dies unter Verwendung der landesweiten Skala (Tabelle I/5) möglich ist. Insbesondere die wenigen Böden mit relativ höheren Wertzahlen werden nun regional hoch oder sehr hoch bewertet. Ohne eine regionalisierte Bewertung entstünde der fälschliche Eindruck, es gäbe in der Gemeinde Baiersdorf keine Böden, denen aufgrund ihrer natürlichen Ertragsfähigkeit besondere Bedeutung zukommt; einer Inanspruchnahme stünden insofern keine wesentlichen Gründe entgegen. Dieses Bild wird jedoch dem spezifischen Einzelfall nicht gerecht, da die

örtliche Landwirtschaft auf diese Böden zwingend angewiesen ist. Die regionalisierte Bewertung erleichtert es somit, die Belange des Bodenschutzes aus fachlicher Sicht (Erhaltung der natürlichen Ertragsfähigkeit), aber auch hinsichtlich ihrer Bedeutung für Landwirtschaft und Agrarstruktur ihrem objektiven Gewicht entsprechend in Planungs- und Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen.

In der Konsequenz bedeutet dies, dass Böden mit einer regional hohen oder sehr hohen natürlichen Ertragsfähigkeit in Baiersdorf grundsätzlich nicht im Rahmen der Bauleitplanung oder durch andere Vorhaben in Anspruch genommen werden sollen. Es sind geeignete Standortalternativen zu prüfen und die Auswahl des gewählten Standortes insbesondere auch hinsichtlich der Erhaltung der natürlichen Ertragsfähigkeit der Böden zu begründen. Sollte die Überbauung dieser Böden unumgänglich sein, so sind Beeinträchtigungen der natürlichen Ertragsfähigkeit durch Vermeidungsmaßnahmen, wie z.B. flächensparendes Bauen, zu minimieren. Der Vermeidung und Minimierung von Beeinträchtigungen kommt besondere Bedeutung zu, da die natürliche Ertragsfähigkeit von Böden nicht verbessert werden kann. Lässt sich die Inanspruchnahme dieser Böden nicht vermeiden, sind die Belange des Bodenschutzes durch Kompensationsmaßnahmen zugunsten anderer regional bedeutsamer Bodenfunktionen zu sichern.

**Tabelle I/5: Bewertung der natürlichen Ertragsfähigkeit von Böden nach der Acker- oder Grünlandzahl landesweite Bewertungsskala**

Acker- oder Grünlandzahl	Bewertung der Ertragsfähigkeit	Wertklasse
> 75	sehr hoch	5
61 - 75	hoch	4
41 - 60	mittel	3
28 - 40	gering	2
< 28	sehr gering	1

**Tabelle I/6: Bewertung der natürlichen Ertragsfähigkeit von Böden nach der Acker- oder Grünlandzahl regional angepasste Bewertungsskala**

Acker- oder Grünlandzahl	Bewertung der Ertragsfähigkeit	Wertklasse
> 48	regional sehr hoch	5
40 - 48	regional hoch	4
30 - 39	regional mittel	3
23 - 29	regional gering	2
< 23	regional sehr gering	1

### I.6.2.2 Gesamtbewertung der Bodenfunktionen - Anwendungsbeispiel Gemeinde Stegaurach

Im Rahmen des Projektes „Kommunales Flächenressourcen-Management“ (BAYLfU & GEOTEAM 2002) wurde in vier Pilotkommunen neben dem Erfüllungsgrad der Bodenteilfunktionen auch der Gesamtwert der Böden ermittelt.

#### Verfahren

Das gewählte Verfahren beruht auf dem arithmetischen Mittel der Wertklassen der Teilfunktionen, berücksichtigt jedoch zusätzlich die besondere Bedeutung der Wertklassen 4 (hoher Grad der Funktionserfüllung) und 5 (sehr hoher Grad der Funktionserfüllung) bei einer oder mehreren Bodenfunktionen (vgl. Tabelle I/7). In der Gesamtbewertung entfällt die Wertstufe „sehr gering“, da auf Extremstandorten mit einer sehr geringen oder geringen Funktionserfüllung der Bodenteilfunktionen „natürliche Ertragsfähigkeit land- und forstwirtschaftlich genutzter Böden“, „Filter und Puffer für Schadstoffe“ sowie „Retentionsvermögen bei Niederschlagsereignissen“ stets ein hohes oder sehr hohes Standortpotenzial für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotopschutzfunktion) auftritt.

#### Bewertungsergebnis

In Stegaurach weisen z. B. lößbeeinflusste, produktive Standorte für die Landwirtschaft oder aber trockene bzw. vernässte Extremstandorte mit hohem Standortpotenzial für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotopschutzfunktion) einen hohen oder sehr hohen Gesamtwert auf.

Flächen mit einem geringen bzw. mittleren Gesamtwert stellen in der Gemeinde Stegaurach z. B. die Bereiche mit sandig-lehmigen Braunerden aus Sand- und Tonsteinen des Keupers dar, die in allen Ortsteilen großflächig vorhanden sind.

#### Planerische Umsetzung

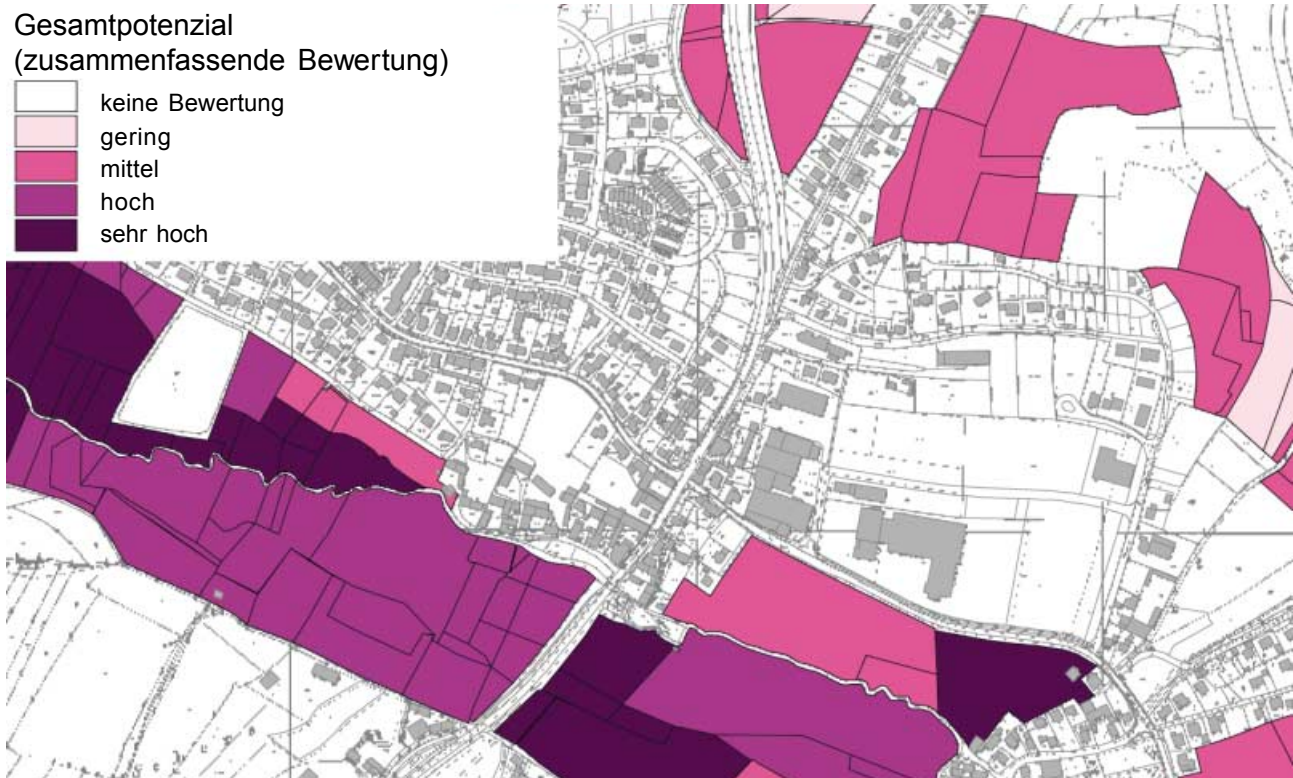
Bereiche mit einem hohen oder sehr hohen Gesamtwert sollten grundsätzlich nicht im Rahmen der Bauleitplanung oder durch andere Vorhaben in Anspruch genommen werden. Die Gesamtbewertung erleichtert es, geeignete Standortalternativen zu prüfen und kann somit die planerische Entscheidung unterstützen, bodenbeanspruchende Vorhaben auf die weniger hochwertigen Böden mit geringer oder mittlerer Wertigkeit zu lenken.

Es reicht jedoch nicht aus, in einem Planungs- oder Genehmigungsverfahren alleine diesen Gesamtwert in die Abwägung einzustellen. Um Abwägungsfehler zu vermeiden, sind in Planungs- und Genehmigungsverfahren insbesondere dann auch die Ergebnisse der Einzelbewertungen der Bodenteilfunktionen zu berücksichtigen, wenn diese selbst von den geplanten Vorhaben betroffen sind. Im gegebenen Fall bedeutet dies, dass z. B. Beeinträchtigungen des Standortpotenzials für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotopschutzfunktion) auch dann umfassend zu vermeiden sind, wenn der vergleichsweise günstigste Standort gewählt wurde. Soweit sich eine Beeinträchtigung dieser Teilfunktion im Einzelfall nicht vermeiden lässt, ist die beeinträchtigte Bodenfunktion durch geeignete Maßnahmen, z. B. durch Biotopentwicklungsmaßnahmen, auszugleichen.

Tabelle I/7: Matrix zur Gesamtbewertung von Böden (beispielhaft)

Bewertungsergebnis für einzelne Bodenfunktionen	Gesamtbewertung Schutzwürdigkeit des Standortes	Wertklasse der Gesamtbewertung
mind. 1 x Bewertungsklasse 5 oder mind. 3 x Bewertungsklasse 4	sehr hoch	5
2 x Bewertungsklasse 4	hoch	4
1 x Bewertungsklasse 4 oder arithmetisches Mittel > 2,5	mittel	3
arithmetisches Mittel bis 2,5	gering	2

Abbildung I/3: Gesamtbewertung der Bodenfunktionen in der Gemeinde Stegaurach  
(BAYLFU & GEOTEAM 2002)



### I.6.3 Maßnahmenkatalog zur planerischen Umsetzung von Bodenschutzbelangen

Im Folgenden wird ein Katalog von Beispielen für Maßnahmen zur Vermeidung und Kompensation von Beeinträchtigungen des Schutzguts Boden dargestellt. Diese Beispiele können bei der Anwendung den Anforderungen der jeweiligen Planungs- und Genehmigungsverfahren angepasst werden. Die Tabellen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die hier dargestellten Maßnahmen sollen als Anregung und Diskussionsgrundlage für die im jeweiligen Einzelfall notwendigen Maßnahmen dienen.

#### A: Beispiele für Maßnahmen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen

##### A 1: Allgemeine Maßnahmen zur Erhaltung von Böden (vgl. BayStMLU 2003)

- Vermeidung der Flächeninanspruchnahme
- Vorrang der Innenentwicklung gegenüber der Außenentwicklung

- Sparsamer und schonender Umgang mit Grund und Boden, im Städtebau insbesondere auch durch Flächenrecycling (z.B. auf Konversionsflächen, Industrie- und Gewerbebrachen)
- Anpassung von Bauvorhaben an den Geländeverlauf zur Vermeidung überflüssiger Erdmassenbewegungen

##### A 2: Maßnahmen zur Sicherung spezieller Bodenfunktionen

- Erhaltung und Sicherung von Böden mit besonders ausgeprägten Bodenfunktionen, z.B. extreme Trockenstandorte oder grundwasserbeeinflusste Standorte mit hoher Bedeutung als Standort für natürliche Vegetation
- Anlage von Pufferstreifen und Berücksichtigung von Abstandsflächen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen des Standortpotenzials durch angrenzende Nutzungen
- Standortangepasste Bewirtschaftung (z.B. Humusanreicherung, Minimierung der Bodenverdichtung) insbesondere auch zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit
- Verwendung versickerungsfähiger Beläge in befestigten Flächen
- Standortangepasste Bewirtschaftung (z.B. Konturpflügen, Schlageinteilung) zur Vermeidung von Erosion

## B: Beispiele für Maßnahmen zur Kompensation von Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen

### *B 1: Allgemeine Maßnahmen zur Wiederherstellung der Bodenfunktionen*

- Entsiegelung von Flächen
- Rekultivierung beeinträchtigter Böden (z.B. in Abbau-bereichen, städtebaulichen Sanierungsbereichen)
- Anlage von Flächen zur Versickerung von Niederschlagswasser

### *B 2: Maßnahmen zur Wiederherstellung spezieller Bodenfunktionen*

- Ausmagerung nährstoffangereicherter Böden mit hohem Standortpotenzial für die natürliche Vegetation
- Umbau von Nadelwäldern in Laub- und Mischwälder zur Erhöhung des Puffervermögens für versauernd wirkende Einträge in Grund- und Oberflächenwasser
- Wiedervernässung von entwässertem ehemaligen Feuchtgrünland und Moorböden insbesondere auch zur Verbesserung des Retentionsvermögens
- Verminderung von Stoffeinträgen (Schadstoffe, Nährstoffe, versauernd wirkende Einträge) zur Entlastung des Naturhaushalts an anderer Stelle
- Etablierung standortangepasster Nutzungen (Dauergrünland, Wald) mit geringen stofflichen Risiken
- Standortangepasste Bewirtschaftung durch Beratung über Ausmaß, Art und Zeitpunkt der Düngung (z.B. beim Betrieb von Golfanlagen)
- Anlage von Uferandstreifen zur Vermeidung von Stoffeinträgen in Fließgewässer
- Anlage naturnaher Strukturen (z.B. hangparallele Hecken) zur Vermeidung von Erosion
- Erhöhung des Humusgehalts von Böden durch geeignete Anbauverfahren (z.B. Mulchsaat)

## I.6.4 Umsetzungshinweise für Planungs- und Genehmigungsverfahren

### I.6.4.1 Hinweise und Empfehlungen für die regionale Maßstabsebene

Der regionalen Planungsebene kommt – nicht zuletzt auf Grund der in weiten Teilen Bayerns unvollständigen Datengrundlagen zur Beurteilung wertbestimmender Bodenfunktionen – eine wesentliche Bedeutung zu. Ansatzpunkte für programmatische bzw. operative Vorgaben zur Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen auf regionaler Ebene erschließen sich über regionalisierte und möglichst quantifizierte Bodenschutzziele, insbesondere in Bezug auf:

- Böden mit hohem Standortpotenzial für die Entwicklung seltener bzw. gefährdeter Lebensräume, d.h. bodenbedingte Standortvoraussetzungen für eine potenziell erhöhte Biotopqualität
- Böden mit hoher Funktionserfüllung, d.h. Böden, deren Leistungsvermögen im Naturhaushalt besonders ausgeprägt ist (einschließlich Böden mit Archivfunktion)
- Böden, deren geringe Funktionserfüllung mit Risiken für den Boden selbst oder für andere Schutzgüter (insbesondere Grund- und Oberflächengewässer) verbunden sind, d.h. Böden bzw. definierte standörtliche Eigenschaften (soweit aufgrund der Datenlage nicht raumbezogen darstellbar), die auf besonders empfindliche Standorteigenschaften hindeuten (z.B. Schwellenwerte für maximal tolerierbare Erosionswerte, Schwellenwerte für stoffliche Risiken, z.B. aufgrund des geringen Filter- oder Puffervermögens bestimmter Böden)
- Quantitative (regionalisierte) Zielvorgaben für ein effizientes Flächen- und Ressourcenmanagement.

Insbesondere dem Regionalplan kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Die im Regionalplan formulierten Ziele und Grundsätze haben den Charakter einer Rechtsnorm. Die Ziele sind vor allem von öffentlichen Stellen und bestimmten Personen des Privatrechts zu berücksichtigen (§ 4 ROG). Aber auch jenseits dieser Rechtswirkungen können Regionalpläne wertvolle Hinweise für die Einordnung örtlicher Befunde in einen regionalen Kontext geben (regionalisierte Bewertungsmaßstäbe).

Im Rahmen der aktuellen Fortschreibung der regionalen Landschaftsrahmenpläne in Form sogenannter Landschaftsentwicklungskonzepte (LEK) werden Bodenfunktionen systematisch erfasst und bewertet. Soweit für Regionen Landschaftsentwicklungskonzepte vorliegen, können daraus entsprechende regionalisierte Ziele zum Bodenschutz (allerdings zunächst noch ohne die Bindungswirkungen des Regionalplans) entnommen werden.

Aufgrund der heterogenen Datenlage und der Komplexität des Planungsablaufs sind Bewertungen auf der regionalen Ebene regelmäßig nur im Rahmen expertengestützter Verfahren mit Unterstützung einschlägiger Fachbehörden fachgerecht durchzuführen.

Tabelle I/8: Berücksichtigung der Bodenfunktionen auf regionaler Ebene (Maßstab 1:100.000 - 1:25.000)

Bodenfunktion (nach §2 BBodSchG)	Teilfunktion	Bewertung	Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren
Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen (Lebensraumfunktion)	Standortpotenzial für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotopschutzfunktion)	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Sicherung des Standortpotenzials für seltene und gefährdete Lebensgemeinschaften (z.B. Erhalt von Flugsand-Dünen)</li> <li>- Berücksichtigung der Böden bei der Darstellung von landschaftlichen Vorbehaltsgebieten zur Entwicklung seltener und gefährdeter Lebensgemeinschaften und zur Etablierung überregionaler Biotopverbundsysteme</li> <li>- Empfehlungen zur Standortwahl von bekannten Eingriffs-Vorhaben (z.B. im Rahmen von Variantenprüfungen)</li> <li>- Regionalisierte Zielvorgaben für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren (z.B. Feststellung regionaler Besonderheiten wie regional seltene Bodentypen)</li> </ul>
		Mittlere Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Entwicklung und Optimierung des Standortpotenzials für seltene und gefährdete Lebensgemeinschaften</li> <li>- Berücksichtigung der Böden bei der Darstellung von landschaftlichen Vorbehaltsgebieten zur Entwicklung seltener und gefährdeter Lebensgemeinschaften und zur Etablierung regionaler Biotopverbundsysteme</li> <li>- Empfehlungen zur Berücksichtigung des Standortpotenzials für seltene und gefährdete Lebensgemeinschaften bei der Standortwahl von Eingriffs-Vorhaben (z.B. in Bezug auf standörtlich geeignete Ausgleichsflächen)</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen von Grundsätzen zur Entwicklung des Standortpotenzials für seltene und gefährdete Lebensgemeinschaften</li> </ul>
Bestandteil des Naturhaushaltes insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Sicherung des Retentionsvermögens, insbesondere durch Vermeidung der Bodenversiegelung</li> <li>- Berücksichtigung der Böden bei der Darstellung von Vorranggebieten für den Hochwasserschutz (z.B. in Form von Retentionsflächen)</li> <li>- Empfehlungen zur Standortwahl von bekannten Eingriffs-Vorhaben (z.B. im Rahmen von Variantenprüfungen)</li> <li>- Regionalisierte Zielvorgaben für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren (z.B. Feststellung regional vorkommender Böden mit besonders hohem Retentionsvermögen)</li> </ul>
		Mittlere Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Minimierung der Beeinträchtigungen des Retentionsvermögens</li> <li>- Empfehlungen zur Minimierung der Beeinträchtigungen des Retentionsvermögens bei der Standortwahl von Eingriffs-Vorhaben (z.B. durch Vorgaben zur Versickerung von Niederschlagswasser)</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen von regionalisierten Grundsätzen zur Verbesserung des Retentionsvermögens, insbesondere als Vorgaben für die Landnutzungs- und Landschaftsplanung</li> </ul>

Tabelle I/8: Berücksichtigung der Bodenfunktionen auf regionaler Ebene (Maßstab 1:100.000 - 1:25.000)

Bodenfunktion (nach § 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Bewertung	Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren
Bestandteil des Naturhaushaltes insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Sicherung des erhöhten Rückhaltevermögens des Bodens für wasserlösliche Stoffe</li> <li>- Empfehlungen zur Minimierung von Beeinträchtigungen des Nitratrückhaltevermögens bei allen Planungen und Maßnahmen</li> <li>- Empfehlungen zur Standortwahl von bekannten Eingriffs-Vorhaben (z.B. im Rahmen von Variantenprüfungen)</li> </ul>
		Mittlere Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empfehlungen zur Minimierung von Nitrateinträgen in das Grundwasser durch standortangepasste Bewirtschaftung (z.B. Zeitpunkt, Ausmaß und Art der Düngung), insbesondere für die nachfolgende Landnutzungs- und Landschaftsplanung</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berücksichtigung besonders "durchlässiger" Böden bei der Darstellung von wasserwirtschaftlichen Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten</li> <li>- Aufstellen von regionalisierten Grundsätzen zur Vermeidung von Schadstoffverlagerungen in Grund- und Oberflächenwasser, insbesondere durch Vorgaben für die Landnutzungs- und Landschaftsplanung (z.B. Etablierung angepasster Bewirtschaftungsformen)</li> </ul>
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften	Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Sicherung der Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle</li> <li>- Empfehlungen zur Minimierung von Beeinträchtigungen des Rückhaltevermögens des Bodens für Schwermetalle bei allen Planungen und Maßnahmen</li> <li>- Empfehlungen zur Standortwahl von bekannten Eingriffs-Vorhaben (z.B. Straßentrassen)</li> </ul>
		Mittlere Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen von Grundsätzen zur Sicherung des Rückhaltevermögens für Schwermetalle</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen von regionalisierten Grundsätzen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen des Bodens durch Schwermetalleinträge</li> <li>- Berücksichtigung besonders "durchlässiger" Böden bei der Darstellung von wasserwirtschaftlichen Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten</li> </ul>
Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge	Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Sicherung der Böden (insbesondere Waldböden) mit hohem Puffervermögen für versauernd wirkende Einträge</li> <li>- Empfehlungen zur Standortwahl von bekannten Eingriffs-Vorhaben</li> </ul>
		Mittlere Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine besonderen Maßnahmen erforderlich</li> </ul>



Tabelle I/8: Berücksichtigung der Bodenfunktionen auf regionaler Ebene (Maßstab 1:100.000 - 1:25.000)

Bodenfunktion (nach § 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Bewertung	Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften	Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge	Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	- Aufstellen von regionalisierten Grundsätzen zur Vermeidung von Schadstoffverlagerungen in Grund- und Oberflächenwasser, insbesondere durch Grundsätze für die Landnutzungs- und Landschaftsplanung (z.B. Etablierung angepasster Bewirtschaftungsformen - Erhöhung des Laubholzanteils)
		Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Sicherung der Ertragsfähigkeit land- und forstwirtschaftlich genutzter Böden - Empfehlungen zur Standortwahl von bekannten Eingriffs-Vorhaben - Regionalisierte Zielvorgaben für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren (z.B. Hinweise auf schützenswerte Vorkommen regional besonders ertragsfähiger Böden)
		Mittlere Funktionserfüllung	- Empfehlungen zur Minimierung der Beeinträchtigungen der Ertragsfähigkeit bei allen Planungen und Maßnahmen
Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung	Natürliche Ertragsfähigkeit land- und forstwirtschaftlich genutzter Böden	Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	- Keine besonderen Maßnahmen erforderlich (siehe aber weiter oben unter "Lebensraumfunktion": Häufig weisen gerade Böden geringer landwirtschaftlicher Ertragsfähigkeit ein hohes Entwicklungspotenzial für seltene und gefährdete Lebensräume auf.)
		Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Sicherung der Archivfunktion - Berücksichtigung der Böden bei der Darstellung landschaftlicher Vorbehaltsgebiete - Empfehlungen zur Sicherung der Archivfunktion bei der Standortwahl von bekannten Eingriffs-vorhaben - Regionalisierte Zielvorgaben für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren (z.B. Feststellung regionaler Besonderheiten wie Vorkommen entsprechend schutzbedürftiger Archivböden)
		Mittlere Funktionserfüllung	- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Sicherung der Archivfunktion - Empfehlungen zur Sicherung der Archivfunktion bei der Standortwahl von bekannten Eingriffs-vorhaben
Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Böden mit einer bedeutenden Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	- Keine besonderen Maßnahmen erforderlich
		Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Sicherung der Archivfunktion - Berücksichtigung der Böden bei der Darstellung landschaftlicher Vorbehaltsgebiete - Empfehlungen zur Sicherung der Archivfunktion bei der Standortwahl von bekannten Eingriffs-vorhaben - Regionalisierte Zielvorgaben für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren (z.B. Feststellung regionaler Besonderheiten wie Vorkommen entsprechend schutzbedürftiger Archivböden)
		Mittlere Funktionserfüllung	- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Sicherung der Archivfunktion - Empfehlungen zur Sicherung der Archivfunktion bei der Standortwahl von bekannten Eingriffs-vorhaben

Tabelle I/8: Berücksichtigung der Bodenfunktionen auf regionaler Ebene (Maßstab 1:100.000 - 1:25.000)

Bodenfunktion (nach § 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Bewertung	Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren
Spezifische, planerisch handhabbare Bodengefährdungen	Potenzielle Erosionsgefährdung	Hohe oder sehr hohe Erosionsgefährdung	- Aufstellen regionalisierter Ziele zur Vermeidung von Bodenerosion, insbesondere durch Etablierung standortangepasster Nutzungen (z.B. Wald) - Regionalisierte Zielvorgaben für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren (z.B. Verfahren der Ländlichen Entwicklung)
		Mittlere Erosionsgefährdung	- Aufstellen von Grundsätzen zur Minimierung der Erosion durch standortangepasste Bewirtschaftung, insbesondere in der Landnutzungs- und Landschaftsplanung und bei der landwirtschaftlichen Beratung
		Geringe oder sehr geringe Erosionsgefährdung	- Keine besonderen Empfehlungen erforderlich

**Anwendungsbeispiel für die regionale Planungsebene**

Regionalisierte Zielvorgaben des Bodenschutzes erleichtern es, in nachfolgenden Planungs- und Genehmigungsverfahren, Handlungsmaßstäbe zur relativen Gewichtung einzelner Bodenteilfunktionen im konkreten Einzelfall nachvollziehbar abzuleiten. So wird indem in Abbildung I/4 gezeigten Beispiel aus dem Landschaftsentwicklungskonzept Region Landshut (Niedermoorbereiche am Nordrand des Isartals bei Dingolfing) deutlich, dass in diesem Bereich vor allem die Funktion des Bodens als Standort für die natürliche

Vegetation im Vordergrund steht. Nachfolgende Planungen sollten also auf diese Bodenfunktion besonders Rücksicht nehmen. Soweit entsprechende Zielvorgaben ihren Niederschlag in Zielen der Raumordnung gefunden haben (z.B. Regionalpläne) sind diese von allen öffentlichen Stellen und bestimmten Personen des Privatrechtes zu beachten. Konkret könnte dies bedeuten, dass eine bauliche Nutzung in diesen Bereichen möglichst unterbleiben sollte. Wo dies unvermeidbar ist, müssen Ausgleichsmaßnahmen gezielt den beeinträchtigten Funktionen gelten (z.B. durch Renaturierung von Niedermoorstandorten und Biotopverbundmaßnahmen an anderer Stelle).

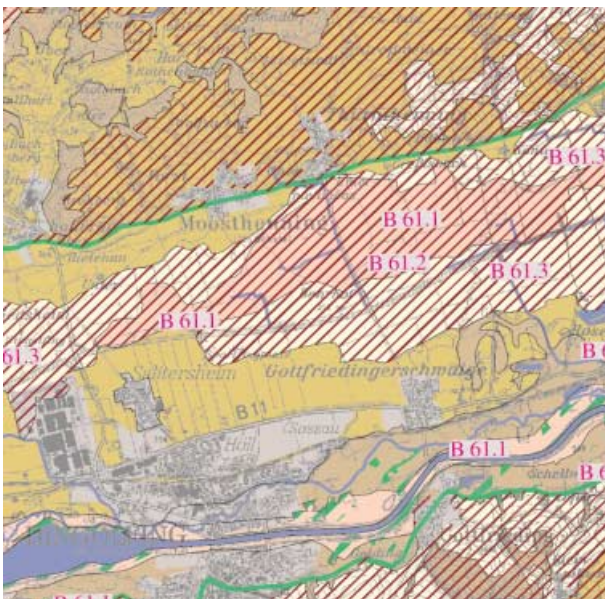






Abbildung I/4: Regionale Bodenschutzziele im Landschaftsentwicklungskonzept Region Landshut (REGIERUNG VON NIEDERBAYERN 1998)

-  Gebiet mit Böden von **hervorragender** Bedeutung als Standort für seltene Lebensgemeinschaften sowie für die Sicherung empfindlicher Böden
-  Gebiet mit Böden von **besonderer** Bedeutung als Standort für seltene Lebensgemeinschaften sowie für die Sicherung empfindlicher Böden
-  Gebiet mit **besonderer** Bedeutung für die Erhaltung leistungsfähiger Böden
-  Gebiet mit **besonderer** Bedeutung für den Schutz des Bodens vor Erosion

### I.6.4.2 Hinweise und Empfehlungen für die örtliche Maßstabsebene - vorbereitende Planung

Die Belange des Bodenschutzes in der Bauleitplanung sind durch die Aufnahme der sogenannten Bodenschutzklausel in § 1a Abs. 1 BauGB und durch die ausdrückliche Aufnahme von Maßnahmen zugunsten des Schutzgutes Boden in den Katalog der Darstellungen und Festsetzungen nach § 5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB bzw. § 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB wesentlich gestärkt worden.

Dem Flächennutzungsplan kommt somit besondere Bedeutung zu für die

- Vermeidung von Beeinträchtigungen durch Minimierung des Bodenverbrauchs und die
- Verringerung von Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen durch die Ausweisung von Bauflächen auf den Böden, die sich auf Grund ihrer geringen Ausprägung der Bodenfunktionen besonders für die Bebauung eignen.

Über die Berücksichtigung des Bodenschutzes in der Bauleitplanung wird in der Abwägung gemäß §1 Abs. 6 BauGB entschieden.

Die Erfassung und Bewertung der Bodenfunktionen im Flächennutzungsplan / Landschaftsplan wird in der Regel dadurch begrenzt, dass keine oder nur unzureichende Grundlagendaten über den Boden vorliegen. Der Schutz der Bodenfunktionen hängt auf der Ebene der vorbereitenden Planung daher auch davon ab, inwiefern es gelingt, die Bodenfunktionen bereits auf der regionalen Ebene zu ermitteln, zu bewerten und zu priorisieren.

In der Umweltverträglichkeitsprüfung wird der Boden als eigenständiges Schutzgut behandelt. Häufig wird der Boden jedoch auf Grund mangelnder Datengrundlagen pauschal und unzureichend oder unvollständig erfasst. Insbesondere stellt sich die Frage, welche der Bodenfunktionen für die Bewertung ausgewählt werden sollen.

Durch die Entwicklung eines landschaftlichen Leitbildes für den Untersuchungsraum der Umweltverträglichkeitsprüfung können anhand dessen die zu untersuchenden Funktionen des Schutzgutes Boden gewichtet und priorisiert werden. Diese in Umweltverträglichkeitsprüfungen bereits übliche Praxis entspricht den oben aufgezeigten Erfordernissen des Bodenschutzes im Zusammenwirken von überörtlicher und örtlicher Planung und gibt selbst ein praktisches Beispiel für die Operationalisierung der Bodenfunktionen in der Planung.

Darüber hinaus bedarf es auf der Ebene der vorbereitenden Planung immer dann einer Bestandsaufnahme bzw. Kartierung von Böden, wenn Indikatoren, wie z.B. starker Grundwassereinfluss bei Talböden, eine hohe Bedeutung der betreffenden Böden erwarten lassen.

### Anwendungsbeispiel für die Ebene der örtlich vorbereitenden Planung

Die Untersuchung der Filter- und Pufferfunktion der Böden gegenüber Schadstoffen bietet besonders den Planungsdisziplinen Hinweise, die mit der räumlichen Verteilung der Landnutzung befasst sind. Dazu zählen insbesondere die gemeindliche Landschaftsplanung, Planungen der Ländlichen Entwicklung oder auch wasserwirtschaftliche Planungen. So können bereits im Vorfeld weiterer Vorhaben Konflikte durch mögliche Schadstoffeinträge in empfindlichen Bereichen vermieden werden.

**Abbildung I/5:**  
*Bewertung des Rückhaltevermögens der Böden gegenüber Schadstoffeinträgen in der Gemeinde Stegaurach (BAYLUFU & GEOTEAM 2002)*

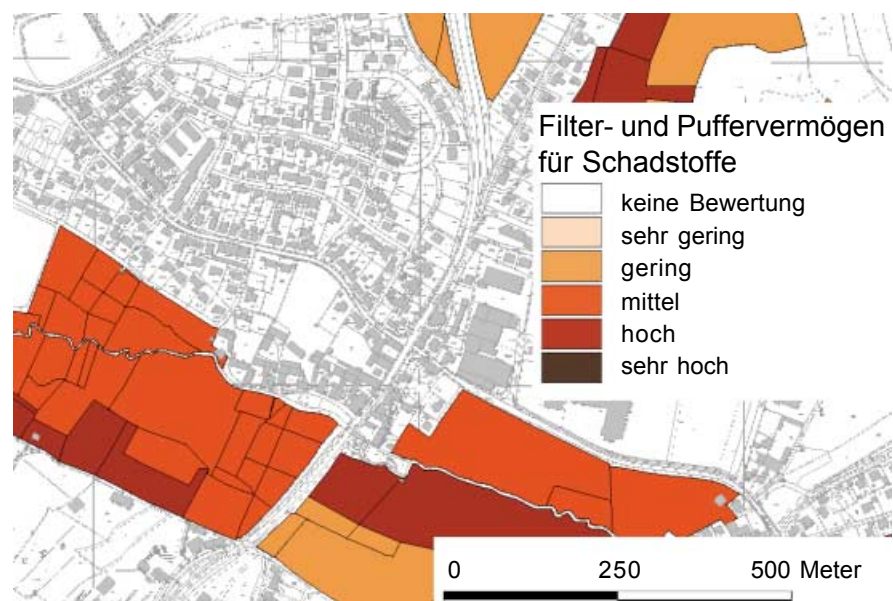


Tabelle I/9: Berücksichtigung der Bodenfunktionen in der vorbereitenden Planung  
(Maßstab 1:10.000 - 1:5.000)

Bodenfunktion (nach § 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Bewertung	Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren
Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen (Lebensraumfunktion)	Standortpotenzial für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotopschutzfunktion)	Hohe oder sehr hohe Funktions- erfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherung des Standortpotenzials durch geeignete Standortwahl von Vorhaben, insbesondere in der Flächennutzungsplanung</li> <li>- Feststellung erheblicher Beeinträchtigungen des Standortpotenzials infolge der bekannten Eingriffsvorhaben</li> <li>- Empfehlungen für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren (z.B. Feststellung eines erforderlichen Ausgleichs)</li> </ul>
		Mittlere Funktions- erfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimierung der Beeinträchtigungen des Standortpotenzials durch Auswahl geeigneter Varianten</li> <li>- Feststellung nicht unerheblicher Beeinträchtigungen des Standortpotenzials infolge der bekannten Eingriffsvorhaben</li> <li>- Empfehlungen für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren (ggf. auch Feststellung eines erforderlichen Ausgleichs im Einzelfall)</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktions- erfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine besonderen Empfehlungen erforderlich</li> </ul>
Bestandteil des Naturhaushaltes insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen	Hohe oder sehr hohe Funktions- erfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung des Bodenverbrauchs und der Bodenversiegelung</li> <li>- Feststellung erheblicher Beeinträchtigungen des Retentionsvermögens infolge der bekannten Eingriffsvorhaben</li> <li>- Empfehlungen für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren, z.B. Feststellung eines erforderlichen Ausgleichs</li> </ul>
		Mittlere Funktions- erfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimierung der Beeinträchtigungen des Retentionsvermögens durch Auswahl geeigneter Varianten</li> <li>- Empfehlungen für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren, z.B. Feststellung eines erforderlichen funktionalen Ausgleichs im Einzelfall</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktions- erfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maßnahmen zur Verbesserung des Retentionsvermögens, insbesondere in der Landnutzungs- und Landschaftsplanung</li> </ul>
	Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe	Hohe oder sehr hohe Funktions- erfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung des Bodenverbrauchs</li> <li>- Feststellung erheblicher Beeinträchtigungen des Rückhaltevermögens des Bodens für wasserlösliche Stoffe infolge der bekannten Eingriffsvorhaben</li> <li>- Empfehlungen zum funktionalen Ausgleich (z.B. Reduzierung von Nitratreinträgen an anderer Stelle)</li> </ul>
		Mittlere Funktions- erfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empfehlungen zur Minimierung von Nitratreinträgen in das Grundwasser durch standortangepasste Bewirtschaftung (z.B. Zeitpunkt, Ausmaß und Art der Düngung), insbesondere in Landnutzungs- und Landschaftsplanung</li> </ul>

Tabelle I/9: Berücksichtigung der Bodenfunktionen in der vorbereitenden Planung  
(Maßstab 1:10.000 - 1:5.000)

Bodenfunktion (nach § 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Bewertung	Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren
Bestandteil des Naturhaushaltes insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe	Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	- Empfehlungen zur Vermeidung von wasserlöslichen Einträgen (z.B. Nitrat) in das Grundwasser durch Etablierung standortangepasster Nutzungen (z.B. Magerwiesen und -weiden), insbesondere in der Landnutzungs- und Landschaftsplanung
		Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	- Vermeidung des Bodenverbrauchs - Feststellung erheblicher Beeinträchtigungen des Rückhaltevermögens infolge der bekannten Eingriffsvorhaben - Empfehlungen für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren, z.B. Feststellung eines erforderlichen Ausgleichs
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften	Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle	Mittlere Funktionserfüllung	- Minimierung der Beeinträchtigungen des Rückhaltevermögens durch Auswahl geeigneter Varianten - Empfehlungen für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren (z.B. Feststellung eines erforderlichen funktionalen Ausgleichs im Einzelfall)
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	- Empfehlungen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen (z.B. Empfehlungen für technische Verfahren und die Verwendung von Baustoffen wie Metalldächer, Regenrinnen etc.) - Empfehlungen zur Vermeidung von Schwermetalleinträgen in das Grundwasser, insbesondere in der Landnutzungs- und Landschaftsplanung (z.B. Etablierung angepasster Bewirtschaftungsformen)
		Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	- Vermeidung des Bodenverbrauchs - Feststellung erheblicher Beeinträchtigungen des Puffervermögens infolge der bekannten Eingriffsvorhaben - Empfehlungen für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren, z.B. Feststellung eines erforderlichen Ausgleichs
	Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge	Mittlere Funktionserfüllung	- Minimierung der Beeinträchtigungen des Puffervermögens durch Auswahl geeigneter Varianten - Empfehlungen zur Etablierung angepasster Bewirtschaftungsformen, insbesondere in Landnutzungs- und Landschaftsplanung (z.B. Umbau von Nadelwäldern in Misch- und Laubwälder, im Einzelfall auch Feststellung eines erforderlichen funktionalen Ausgleichs)
			Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung

Tabelle I/9: Berücksichtigung der Bodenfunktionen in der vorbereitenden Planung  
(Maßstab 1:10.000 - 1:5.000)

Bodenfunktion (nach § 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Bewertung	Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren
Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung	Natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherung der Ertragsfähigkeit durch geeignete Standortwahl von Vorhaben, insbesondere in der Flächennutzungsplanung</li> <li>- Feststellung erheblicher Beeinträchtigungen der Ertragsfähigkeit infolge der bekannten Eingriffsvorhaben</li> <li>- Empfehlungen für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren (ggf. auch Feststellung eines erforderlichen Ausgleichs)</li> </ul>
		Mittlere Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimierung der Beeinträchtigungen der Ertragsfähigkeit durch Auswahl geeigneter Varianten</li> <li>- Feststellung nicht unerheblicher Beeinträchtigungen der Ertragsfähigkeit infolge der bekannten Eingriffsvorhaben</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine besonderen Maßnahmen erforderlich</li> </ul>
Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Böden mit einer bedeutenden Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherung der Archivfunktion durch geeignete Standortwahl von Vorhaben, funktionaler Ausgleich in der Regel nicht möglich</li> <li>- Feststellung erheblicher Beeinträchtigungen der Archivfunktion infolge der bekannten Eingriffsvorhaben</li> <li>- Empfehlungen für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren</li> </ul>
		Mittlere Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimierung der Beeinträchtigungen der Archivfunktion durch Auswahl geeigneter Varianten</li> <li>- Feststellung nicht unerheblicher Beeinträchtigungen der Archivfunktion infolge der bekannten Eingriffsvorhaben</li> <li>- Empfehlungen für die Abwägung und Entscheidungsfindung in nachfolgenden Verfahren im Einzelfall</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine besonderen Maßnahmen erforderlich</li> </ul>
Spezifische, planerisch handhabbare Bodengefährdungen	Potenzielle Erosionsgefährdung	Hohe oder sehr hohe Erosionsgefährdung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empfehlungen zur Vermeidung von Erosion durch Etablierung standortangepasster Nutzungen (z.B. Dauergrünland, Wald) insbesondere in der Landnutzungs- und Landschaftsplanung</li> </ul>
		Mittlere Erosionsgefährdung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empfehlungen zur Minimierung von Erosion durch standortangepasste Bewirtschaftung (z.B. Konturpflügen, Schlageinteilung), insbesondere in der Landnutzungs- und Landschaftsplanung</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Erosionsgefährdung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine besonderen Maßnahmen erforderlich</li> </ul>

**I.6.4.3 Hinweise und Empfehlungen für die örtliche Maßstabsebene - verbindliche Planung**

Alle genannten Verfahren der örtlichen Maßstabsebene – Bebauungsplanverfahren, Planfeststellungsverfahren, Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz – bedürfen regionalisierter Vorgaben zum Schutz der Bodenfunktionen aus der vorbereitenden Planung, damit die Belange des Bodenschutzes ihrem objektiven Gewicht entsprechend in die Abwägung aller öffentlicher und privater Belange eingehen können. Auf die in Kapitel I.6.4.2 festgestellten Erfordernisse und die getroffenen Empfehlungen wird in diesem Zusammenhang nochmals hingewiesen.

Auf Grund der Planungsschärfe dieser Verfahren im Maßstab 1:1.000 kommt der hinreichenden Erfassung der Bodenfunktionen besondere Bedeutung zu. Dies kann gesonderte Erhebungen bzw. Bodenkartierungen erfordern, insbesondere wenn Hinweise auf eine hohe Bedeutung der betroffenen Böden für den Bodenschutz vorliegen. Eine vergleichbare Regelung findet sich sinngemäß im Leitfaden „Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft“, wo es heißt: „Liegt kein Landschaftsplan für das Gemeindegebiet vor, so bedarf es im Rahmen der befindlichen Bauleitplanung einer eigenständigen Bestandsaufnahme und Bewertung von

Natur und Landschaft in Bereichen, die von einer Aufstellung, Änderung oder Ergänzung eines Bauleitplans betroffen sind, bzw. in denen Kompensationsmaßnahmen stattfinden sollen“ (BAYStMLU 2003). Analog dazu sind Bodenkartierungen z.B. bei Straßenausbauvorhaben sinnvoll, um ökologisch wertvolle Standorte zu ermitteln, deren Beeinträchtigung einen höheren Ausgleichsbedarf erfordert. Auf diese Ziele ausgerichtete Bodenkartierungen zur Ermittlung und Bewertung der Bodenfunktionen fügen sich somit in die Systematik der in den jeweiligen Verfahren angewandten Bewertungsmethoden ein.

**Anwendungsbeispiel für die Ebene der örtlich verbindlichen Planung**

Auf der Ebene der örtlich verbindlichen Planung, etwa im Rahmen eines Bebauungsplans, sind konkrete Maßnahmen zur Vermeidung, Minimierung oder zum Ausgleich bodenbezogener, vorhabensbedingter Beeinträchtigungen vorzusehen. So können z.B. Maßnahmen zur Minimierung der Versiegelung, zur Versickerung von Oberflächenwasser oder zur Entsiegelung an anderer Stelle fachgerecht vorgeschlagen werden, wenn ein Vorhaben Böden mit einem hohen Retentionsvermögen bei Niederschlagsereignissen berührt.

Abbildung I/6: Bewertung des Retentionsvermögens bei Niederschlagsereignissen in der Gemeinde Jengen (BAYLFU & GEOTEAM 2002)

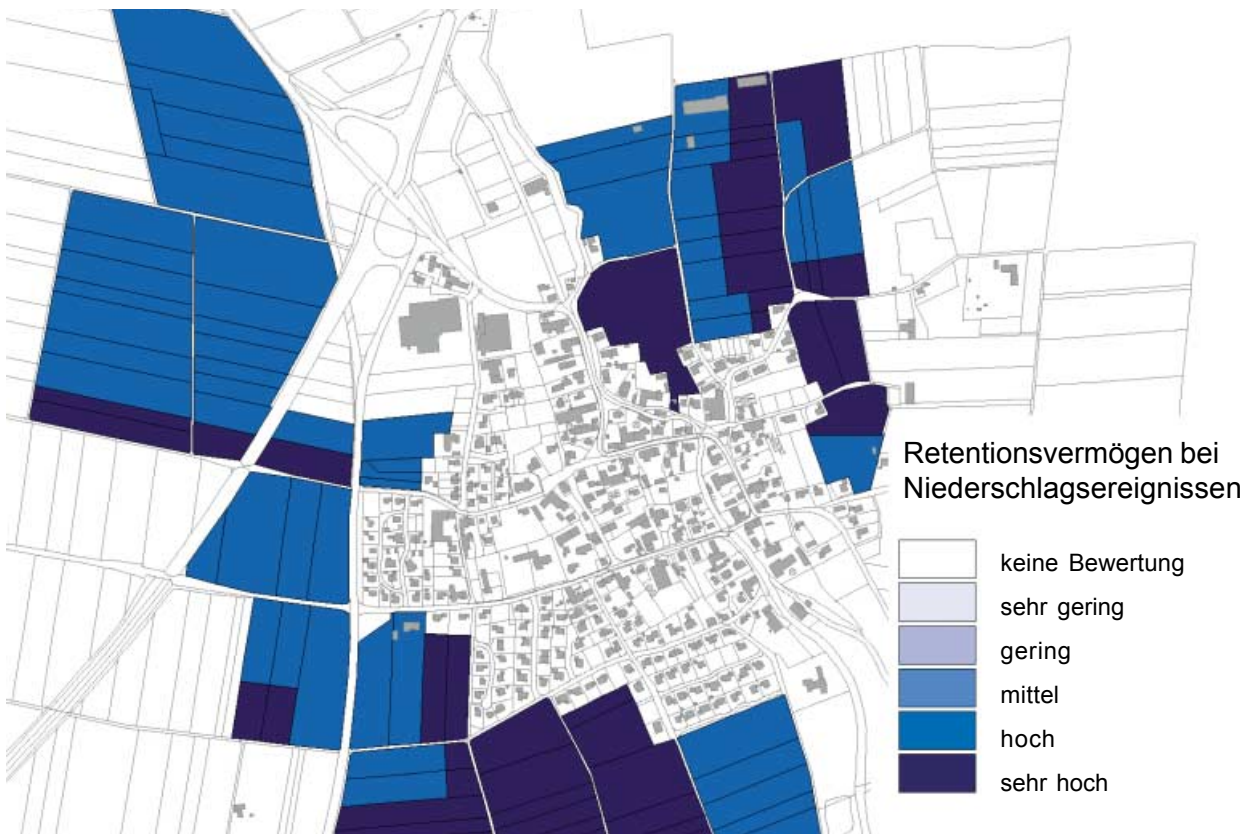


Tabelle I/10: Berücksichtigung der Bodenfunktionen in der verbindlichen Planung  
(Maßstab 1:5.000 - 1:1.000)

Bodenfunktion (nach § 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Bewertung	Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren
Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen (Lebensraumfunktion)	Standortpotenzial für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotopschutzfunktion)	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung des Bodenverbrauchs, funktionaler Ausgleich in der Regel nicht möglich</li> <li>- Vermeidung von Beeinträchtigungen des Standortpotenzials (z.B. ökologischer Feuchtegrad, Nährstoffhaushalt) infolge der bekannten Eingriffsvorhaben, insbesondere auch im Rahmen von Verfahren der Ländlichen Entwicklung</li> <li>- Festsetzung von Maßnahmen zum funktionalen Ausgleich (z.B. Entsiegelung, Standort- und Biotopentwicklung)</li> </ul>
		Mittlere Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimierung des Bodenverbrauchs</li> <li>- Vermeidung von Beeinträchtigungen des Standortpotenzials (z.B. ökologischer Feuchtegrad, Nährstoffhaushalt) infolge der bekannten Eingriffsvorhaben</li> <li>- Festsetzung von Maßnahmen zum funktionalen Ausgleich im Einzelfall</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine besonderen Empfehlungen erforderlich</li> </ul>
Bestandteil des Naturhaushaltes insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung des Bodenverbrauchs und der Bodenversiegelung</li> <li>- Vermeidung von Bodenverdichtung auf forst- und landwirtschaftlich genutzten Flächen</li> <li>- Festsetzung von Maßnahmen zum funktionalen Ausgleich (z.B. Anlage von Senken in Überschwemmungsgebieten)</li> </ul>
		Mittlere Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verminderung von Beeinträchtigungen durch Reduzierung des Versiegelungsgrades, Erhaltung der Versickerungsleistung</li> <li>- Festsetzung von Maßnahmen zum funktionalen Ausgleich im Einzelfall</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maßnahmen zur Wiederherstellung des Retentionsvermögens beeinträchtigter Böden durch Bodenlockerungsverfahren in der Landwirtschaft (z.B. Einsatz bodenlockerender Kulturen bei gleichzeitiger Minimalbodenbearbeitung)</li> </ul>
	Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung des Bodenverbrauchs</li> <li>- Festsetzung von Maßnahmen zum funktionalen Ausgleich (z.B. Reduzierung von Nitratreinträgen an anderer Stelle)</li> </ul>
		Mittlere Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Festsetzung von Maßnahmen zum funktionalen Ausgleich im Einzelfall (z.B. Zeitpunkt, Ausmaß und Art der Düngung)</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung von Nitratreinträgen in das Grundwasser, insbesondere im Rahmen von Verfahren der Ländlichen Entwicklung</li> </ul>



Tabelle I/10: Berücksichtigung der Bodenfunktionen in der verbindlichen Planung  
(Maßstab 1:5.000 - 1:1.000)

Bodenfunktion (nach § 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Bewertung	Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften	Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	- Vermeidung des Bodenverbrauchs - Festsetzung von Maßnahmen zum funktionalen Ausgleich (z.B. Reduzierung von Schwermetalleinträgen an anderer Stelle, Entsiegelung)
		Mittlere Funktionserfüllung	- Minimierung des Bodenverbrauchs, Vermeidung von Baustelleneinrichtungen - Festsetzung von Maßnahmen zum funktionalen Ausgleich im Einzelfall
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	- Maßnahmen zur Vermeidung von Schwermetalleinträgen in das Grundwasser
	Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	- Vermeidung des Bodenverbrauchs - Festsetzung von Maßnahmen zum funktionalen Ausgleich (z.B. Reduzierung der Bodenversauerung an anderer Stelle durch Umbau von Nadelwäldern in Misch- und Laubwälder)
		Mittlere Funktionserfüllung	- Minimierung des Bodenverbrauchs - Festsetzung von Maßnahmen zum funktionalen Ausgleich im Einzelfall
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	- Verzicht auf Erstaufforstungen zur Vermeidung von Schadstoffverlagerungen in Grund- und Oberflächenwasser
Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung	Natürliche Ertragsfähigkeit land- und forstwirtschaftlich genutzter Böden	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	- Vermeidung des Bodenverbrauchs, funktionaler Ausgleich in der Regel nicht möglich - Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit durch standortangepasste Bewirtschaftung (z.B. Humusanreicherung, Minimierung der Bodenverdichtung) insbesondere in Verfahren der ländlichen Entwicklung
		Mittlere Funktionserfüllung	- Minimierung des Bodenverbrauchs
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	- Keine besonderen Maßnahmen erforderlich
Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Böden mit einer bedeutenden Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Hohe oder sehr hohe Funktionserfüllung	- Vermeidung des Bodenverbrauchs, funktionaler Ausgleich in der Regel nicht möglich
		Mittlere Funktionserfüllung	- Minimierung des Bodenverbrauchs
		Geringe oder sehr geringe Funktionserfüllung	- Keine besonderen Maßnahmen erforderlich

**Tabelle I/10: Berücksichtigung der Bodenfunktionen in der verbindlichen Planung**  
(Maßstab 1:5.000 - 1:1.000)

Bodenfunktion (nach § 2 BBodSchG)	Teilfunktion	Bewertung	Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren
Spezifische, planerisch handhabbare Bodengefährdungen	Potenzielle Erosionsgefährdung	Hohe oder sehr hohe Erosionsgefährdung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maßnahmen zur Verringerung der Boden-erosion wie Fruchtfolge, Untersaat, Mulchsaat, Anpassung der Schlagstruktur, erosionshemmende Kleinstrukturen zwischen Ackerschlägen</li> <li>- Anpassung der Nutzung (z.B. Anlage von Dauergrünland, Aufforstung)</li> </ul>
		Mittlere Erosionsgefährdung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimierung von Erosion durch standortangepasste Bewirtschaftung (z.B. Konturpflügen, Schlageinteilung), insbesondere im Rahmen von Verfahren der Ländlichen Entwicklung</li> </ul>
		Geringe oder sehr geringe Erosionsgefährdung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine besonderen Maßnahmen erforderlich</li> </ul>

Literatur (Teil I)

- BAYERISCHE STAATSRREGIERUNG (HRSG.) (2003): Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP Bayern) Fortschreibung 2003. München.
- BAYLfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, HRSG.) (1990): Planungshilfen für die Landschaftsplanung – Bodenschutz durch den Landschaftsplan. Merkblätter zur Landschaftspflege und zum Naturschutz 3.1. München.
- BAYLfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, HRSG.) (1996): Landschaftsentwicklungskonzept Region Ingolstadt (LEK Region 10). München.
- BAYLfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) (2002): Landschaftsentwicklungskonzept (LEK) Bayern – Methodik – 2. Fortschreibung, Stand 2002. Unveröff.
- BAYLfU & GEOTEAM (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ & GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE GEOÖKOLOGIE U. UMWELTSCHUTZ) (2002): Projekt: „Kommunales Flächenressourcen-Management“ Bewertung des Schutzgutes Boden im Rahmen der Bauleitplanung - Pilotkommunen Baiersdorf, Jengen, Pfaffenhofen a. d. Ilm und Stegaurach. Unveröff. Entwurf.
- BAYStMLU (HRSG.) (2003): Arbeitshilfe - Kommunales Flächenressourcen-Management, 2. erweiterte Auflage. München.
- BAYStMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, HRSG.) (2002): Leitfaden zur Fortentwicklung des gemeindlichen Landschaftsplans als Teil des Flächennutzungsplans in Bayern; "Landschaftsplanung am Runden Tisch". München.
- BAYStMLU (HRSG.) (2003): Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft. Eingriffsregelung in der Bauleitplanung – Ein Leitfaden. (Ergänzte Fassung) - 2. erweiterte Auflage. München
- BAYStMLU, BAYStMI (HRSG.) (1996): Grundsätze für die Ermittlung von Ausgleich und Ersatz nach Art. 6 und 6a BayNatSchG bei staatlichen Straßenbauvorhaben (Synopsis vom 25.01.1996). 32 S., München
- BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE; SCHALLER, J. (2001): Donauausbau Straubing-Vilshofen - Vertiefte Untersuchungen, Ökologische Studie - Bewertung und Bilanzierung von Planungsvarianten.
- DIETZ, E., HOLZNER, G., KELLER, X., PETSCHL, A., STIMMELMEIER, G. & WALDMANN, F. (2001): Bodenübersichtskarte 1:200 000, CC 7926 Augsburg - Hannover.
- FÖRSTER, H., HOLZNER, G. & PETSCHL, A. (2001): Bodenübersichtskarte 1:200 000, CC 7942 Passau - Hannover.
- HOLZNER, G., KELLER, X., PETSCHL, A., SCHLEGEL, H., SCHMIDT, F. & STIMMELMEIER, G. (1997): Bodenübersichtskarte M 1:200 000, CC 7934 München - Hannover.
- KÖLLING, C. MDL. (2001): Statement zur Darstellung des Rückhaltevermögens von Waldböden gegenüber Nitrat im Rahmen des Landschaftsentwicklungskonzepts Region Main-Rhön anlässlich eines Arbeitsgesprächs in Freising.
- KÖPPEL, J.; FEICKERT U.; SPANAU L.; STRASSER H. (1998): Praxis der Eingriffsregelung – Schadenersatz an Natur und Landschaft? – Ulmer Verlag. Stuttgart.
- KRUG, D. & HARTWICH, R. (2001): Die Flächendatenbank der Bodenübersichtskarte 1 : 200 000 (BÜK 200): Basisdaten für den länderübergreifenden Bodenschutz.- Z. angew. Geol., 47: 114-120. Stuttgart.
- REGIERUNG VON NIEDERBAYERN & BAYLfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, HRSG.) (1998): Landschaftsentwicklungskonzept Region Landshut (LEK Region 13). Landshut.
- REGIERUNG VON UNTERFRANKEN; PIRKL, A. ET AL. (2003): Landschaftsentwicklungskonzept Region Main-Rhön (LEK Region 3), Würzburg.
- SCHWERTMANN, U.; VOGL, W. & KAINZ, M. (1990): Bodenerosion durch Wasser. - 2. Auflage, Stuttgart.

## Teil II

# Methoden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens und Bodengefährdungen

## II.1 Methoden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen

### II.1.1 Standortpotenzial für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotop-schutzfunktion)

Grundsätzlich hat fast jeder Boden eine Funktion als Lebensraum für die natürliche Vegetation, d.h. entsprechend seinen natürlichen Standortbedingungen wie dem Wasser- und Nährstoffhaushalt, geomorphologischen und klimatischen Bedingungen bietet er die Voraussetzung für die Entwicklung einer spezifischen Pflanzengesellschaft bzw. Lebensgemeinschaft.

Durch die intensive wirtschaftliche Tätigkeit des Menschen sind in den letzten Jahrhunderten jedoch bestimmte Pflanzengesellschaften zurückgedrängt bzw. verdrängt worden, während andere Pflanzengesellschaften dadurch gefördert wurden. Insbesondere Lebensräume mit extremen Umweltbedingungen wie Feucht- und Trockenstandorte oder sehr nährstoffarme Standorte sind durch moderne, intensive Landnutzungsformen dezimiert worden. Diese Extremstandorte haben für den Naturschutz eine hohe Bedeutung und sind häufig bereits als Biotope geschützt.

Zur Sicherung der Lebensgemeinschaften auf diesen meist isolierten Sonderstandorten ist eine Vernetzung ihrer Lebensräume von großer Bedeutung. Dafür muss geprüft werden, wo das Potenzial für eine Entwicklung solcher Lebensgemeinschaften gegeben ist. In einem ersten Schritt kann hierzu eine Standorttypisierung auf der Grundlage einer bodenkundlichen Kartierung erfolgen. Es lässt sich damit ein Überblick erzielen, wo die Bedeutung des Standortes für die natürliche Vegetation näher zu prüfen ist.

Die Entwicklung von Pflanzengesellschaften hängt aber nicht nur von den bodenkundlichen Eigenschaften ab. Vielmehr überlagern Klima und Relief den Einfluss des Bodens. Daher kann sich im Einzelfall die Vegetation anders entwickeln, als es der bodenkundlichen Standorttypisierung entsprechen würde. Bei einer großmaßstäblichen Einzelfallbetrachtung sind daher auch das Klima und das Relief in die Betrachtung einzubeziehen.

Die Seltenheit und damit die Bedeutung einer Pflanzengesellschaft kann regional sehr unterschiedlich sein. Bodenkundliche Extremstandorte sind selten und meist nur durch spezialisierte Lebensgemeinschaften besiedelbar. Daher sind solche Extremstandorte fast immer als hochwertig einzustufen. Böden ohne extreme Standortbedingungen sind im Allgemeinen häufig anzutreffen. Hier können aber andere Standortfaktoren die bodenkundlichen Standortfaktoren überlagern und für die Vegetationsentwicklung bestimmend sein. Je nach regionaler Landschaftsausprägung (z.B. Nutzungsart / -typ) können daher auch diese Standorte eine hohe Bedeutung als

Lebensraum haben. Eine Bewertung dieser Standorttypen kann jedoch nicht mehr generell erfolgen, sondern muss im regionalen Kontext vorgenommen werden. Im Folgenden wird eine Anleitung zu einer Bestimmung des Standortpotenzials von Böden für die natürliche Vegetation auf Grundlage einer Bodenkartierung gegeben.

#### **Fragestellung:**

Welche Standortvoraussetzungen bietet der Boden für die Entwicklung von Pflanzengesellschaften?

#### **Kriterium:**

Bodenkundliche Standorttypen

#### **Parameter:**

Bodentyp, nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes ( $nFK_{we}$ ), Carbonatgehalt, Grundwassereinfluss, Überflutungsdynamik

#### **Methode:**

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT in Anlehnung an eine Methode des HESSISCHEN LANDESAMTES FÜR BODENFORSCHUNG (1997)

### Beschreibung der Methode

Die Böden werden nach Bodentypen, Wasser- und Feuchteregime, nutzbarer Feldkapazität im Wurzelraum und Carbonatgehalt den Standorttypen zugeordnet. Es werden Klimabereiche definiert, in denen die Standorttypisierung nicht angewendet werden kann.

### Vorgehensweise

Die zu bewertenden Böden werden nach den Vorgaben der KA 4 aufgenommen und beschrieben. Die  $nFK_{we}$  ist anhand von Stechzylindern zu bestimmen oder aus den Profilaufnahmen nach den Vorgaben der KA 4 zu schätzen. Klimaverhältnisse und die Überflutungsdynamik im Auenbereich sind anhand zusätzlicher regionaler Daten abzuschätzen. Die Böden werden entsprechend ihrer Beschreibung 6 Standortgruppen mit 18 Standorttypen zugeordnet und anschließend bezüglich ihrer Funktion als Standort für natürliche Vegetation bewertet (vgl. Tabelle II/1).

Eine sehr hohe oder hohe Wertklasse erhalten bodenkundliche Extremstandorte, bei denen aufgrund ihrer Seltenheit von einer überregionalen Bedeutung als Pflanzenstandort ausgegangen werden kann.

Bodenkundliche Normalstandorte ohne extremen Wasser- und Nährstoffhaushalt (Standortgruppe 6) sind im Allgemeinen häufig anzutreffen. Hier können aber andere Standortfaktoren die Ausprägung seltener Lebensgemeinschaften bedingen, so dass nur im regionalen Kontext entschieden werden kann, ob der Standorttyp hier eine bedeutende Funktion für die natürliche Vegetation erfüllt (s. Tabelle II/1, Bewertung „regional“).

Alpine Standorte müssen aufgrund der kleinräumigen Variabilität von Boden und Klima und der speziellen Pflanzengesellschaften gesondert betrachtet werden.

Abbildung II/1: Verfahren zur Bewertung des Standortpotenzials für die natürliche Vegetation

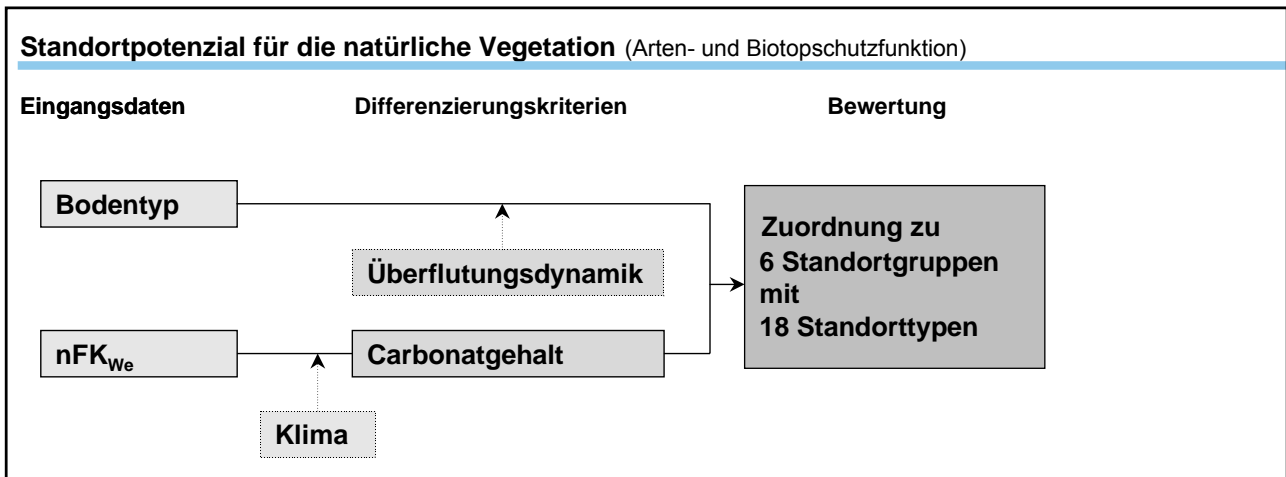


Tabelle II/1: Zuordnung von Böden zu Standortgruppen bzw. Standorttypen sowie Bewertung des Standortpotenzials

Standort-Gr. u. Typ	Kriterium	Differenzierung	bodenkundlicher Standorttyp	Bewertung	Wertklassen
<b>1. Extrem wasserbeeinflusste Standorte:</b>					
1a	Hochmoor (Bodentyp HH, nicht entwässert)		nährstoffarme, organogene Substrate	sehr hoch	5
1b	Niedermoor (Bodentyp HN, nicht entwässert)		nährstoffreiche, organogene Substrate	sehr hoch	5
<b>2. Auenböden:</b>					
2a	Bodentyp GG-A*, A*-GG oder GGa	Grundwasserstand < 8dm	Auenböden mit Grundwassereinfluss	sehr hoch	5
2b	Bodentyp **- A, A*-** oder a** außer Bodentypen aus 2a	rezent regelmäßig überflutet	rezent überflutete Auenböden	sehr hoch	5
2c	Bodentyp **- A, A*-** oder a** außer Bodentypen aus 2a	nicht mehr rezent überflutet	nicht mehr rezent überflutete Auenböden	regional	
<b>3. Grundwasserbeeinflusste Böden:</b>					
3a	Bodenhaupttyp GH, GN, GM und GGh		Böden mit potenziell langanhaltend oberflächennahem Grundwassereinfluss	sehr hoch	5
3b	Bodenhaupttyp GG		Böden mit potenziellem Grundwassereinfluss	regional	
<b>4. Stauwasserbeeinflusste Böden:</b>					
4a	Bodenhaupttyp SS, -SH, -SG		Böden mit potenziell starkem Stauwassereinfluss	regional	
<b>5. Trockenstandorte: <sup>1</sup></b>					
5a	nFK <sub>We</sub> < 30 mm <sup>2</sup>	carbonathaltig	extrem trockene Standorte Bodentypen: Syrosem, Ranker, Regosol, Rendzina, Pararendzina	sehr hoch	5
5b		nicht carbonathaltig		sehr hoch	5
5c	nFK <sub>We</sub> >30 bis <60 mm <sup>2</sup>	carbonathaltig	sehr trockene Standorte, Bodentypen: Ranker, Rendzina, Mullrendzina, Pararendzina, Pelosol, Podsol	hoch	4
5d		nicht carbonathaltig		hoch	4

Tabelle II/1: Standortgruppen und Standorttypen

Standort-Gr. u. Typ	Kriterium	Differenzierung	bodenkundlicher Standorttyp	Bewertung	Wertklassen
<b>6. Standorte ohne extremen Wasserhaushalt:</b>					
6a	nFK <sub>We</sub> > 60 bis 140 mm <sup>2</sup>	carbonathaltig	Böden mit geringem Wasserspeichervermögen Bodentypen: flachgründige Braunerde, Podsol	regional	
6b		nicht carbonathaltig		regional	
6c	nFK <sub>We</sub> > 140 bis 220 mm <sup>2</sup>	carbonathaltig	Böden mit mittlerem Wasserspeichervermögen Bodentypen: mittelgründige Braunerde, mittel bis schwach pseudovergleyt oder grundwasserbeeinflusst	regional	
6d		nicht carbonathaltig		regional	
6e	nFK <sub>We</sub> > 220 mm <sup>2</sup>	carbonathaltig	Böden mit hohem Wasserspeichervermögen Bodentypen: tiefgründige Braunerde und Parabraunerde, mittel bis schwach pseudovergleyt oder grundwasserbeeinflusst	regional	
6f		nicht carbonathaltig		regional	

Erläuterungen zu Tabelle II/1:

<sup>1</sup> Lebensgemeinschaften auf Trockenstandorten können sich nur dort entwickeln, wo die klimatischen Gegebenheiten dies zulassen. In Gebieten mit sehr hohen Niederschlägen und einer geringen Verdunstung benötigen sie daher sehr viel extremere Standortbedingungen für ihre Entwicklung (z.B. kaum Feinerde, stark durchlässiges Substrat, Südexposition) als in der Standorttypisierung angenommen. Die Standorttypisierung kann daher nur in Gebieten Bayerns mit durchschnittlichen Niederschlägen und Verdunstungsraten angewendet werden. Orientierend kann angenommen werden, dass bei einer jährlichen klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag – Verdunstung) von > 600mm/a die Standorttypisierung keine befriedigenden Ergebnisse erbringt. Dies ist in Teilen der Hochrhön, des Spessarts, des Frankenwaldes, des Fichtelgebirges, des Bayerischen Waldes, sowie in den Alpen und Teilen des Alpenvorlandes der Fall. Zur Abschätzung der klimatischen Wasserbilanz können im Einzelfall Daten einer geeigneten Klimastation des Deutschen Wetterdienstes oder Karten des „Klimaatlas von Bayern“ (BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND, 1996) verwendet werden.

<sup>2</sup> Bei Grund- oder Staunässeinfluss jeweils eine nFK<sub>We</sub>-Stufe höher

**II.1.1.a Alternatives Bewertungsverfahren auf der Grundlage der Bodenschätzung**

Liegen keine Bodenkarten oder bodenkundliche Datengrundlagen vor, so kann die „Arten- und Biotop-schutzfunktion“ der Böden behelfsweise auch aus der Bodenschätzung abgeleitet werden. Die Methodik ist in UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995) unter Nr. 5.1.2 dargestellt und in dieser Arbeitshilfe modifiziert worden.

**Fragestellung:**

Welche Voraussetzungen als Standort von Biotopen bzw. zur Biotopentwicklung bietet der Boden?

**Kriterium:**

Wasserhaushalt, Nährstoffhaushalt

**Parameter:**

Klassenbeschrieb der Bodenschätzung, Ertragszahl, Standortinformationen

**Methode:**

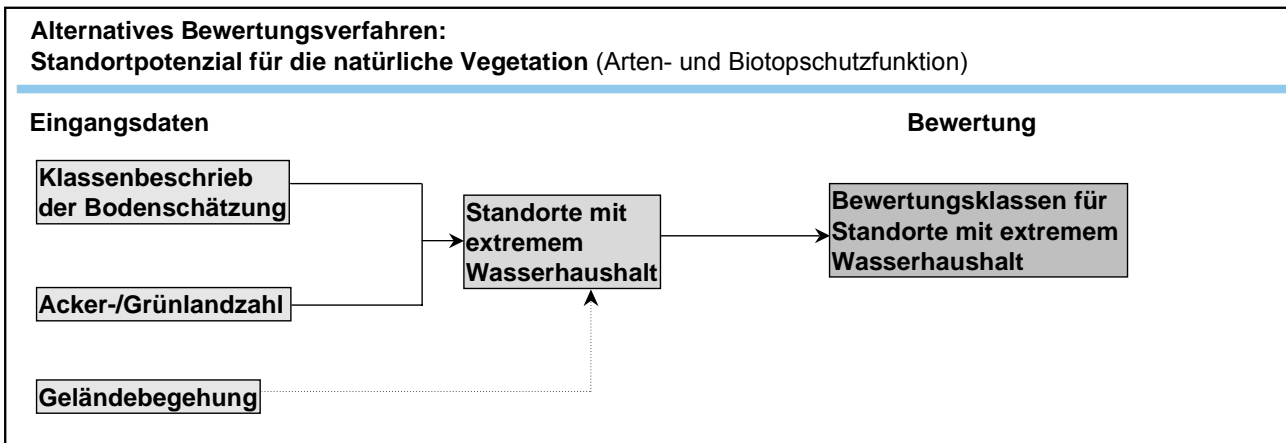
UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995)

**Beschreibung der Methode**

Die Methode charakterisiert anhand der Acker- oder Grünlandzahl und bestimmter Klassenbeschriebe Böden mit einer geringen Ertragsleistung als potenziell hochwertig aus Sicht des Naturschutzes. Es können dabei aber nur die Extremstandorte hinsichtlich des Wasserhaushaltes dargestellt werden.

Da die Methode eine Vereinfachung darstellt und zudem die Bodenschätzung regionale Unterschiede auch hinsichtlich ihres Aktualisierungsstandes aufweist, ist in Einzelfällen eine Überprüfung im Gelände und ein Abgleich mit anderen Datengrundlagen (Biotopkartierung, Dränplan usw.), also eine expertengestützte Modifizierung notwendig.

Abbildung II/2: Alternatives Verfahren zur Bewertung des Standortpotenzials für die natürliche Vegetation



**Vorgehensweise**

Anhand bestimmter Ausprägungen des Klassenzeichens der Bodenschätzung und anhand der Acker- und Grünlandzahlen werden die Böden nach Tabelle II/2 eingestuft. Die Wertklassen 4 und 5 bedeuten eine hohe bzw. sehr hohe Wahrscheinlichkeit, aus Sicht des Naturschutzes hochwertige Lebensgemeinschaften anzutreffen oder Standorte anzutreffen, die für die Ansiedlung solcher Lebensgemeinschaften potenziell geeignet sind. Die Wertklasse 3 (Acker-/Grünlandzahlen > 40) besagt, dass eine Bewertung des Standortpotenzials anhand der Wertzahlen nicht mehr möglich ist, sondern anhand anderer Un-

terlagen bzw. expertengestützt durchgeführt werden muss. Moore können nur bewertet werden, wenn sie sich in einem naturnahen Zustand befinden und nicht entwässert sind. Aktuelle Angaben zu Moorflächen in Bayern können dem Moorarchiv der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Agrarökologie entnommen werden (s. II.4).

Tabelle II/2: Bewertung des Standortpotentials von Böden für die natürliche Vegetation anhand der Bodenschätzungsdaten

**Bewertung nach dem Klassenzeichen der Bodenschätzung**

Klassenzeichen der Bodenschätzung	Erläuterung	Bewertung	Wertklasse
Mo- *	Moorböden	sehr hoch - hoch	4 - 5
Str-	Streuwiesen	sehr hoch - hoch	4 - 5
Hu-	Hutungen	sehr hoch - hoch	4 - 5
Wasserstufen $\bar{5}$ und 5	Nass- und Trockenwiesen	sehr hoch	5
Wasserstufen $\bar{4}$ und 4	Feuchtwiesen- und Halbtrockenrasen	hoch	4

**Bewertung nach der Acker- oder Grünlandzahl**

Acker-/Grünlandzahlen	Bewertung	Wertklasse
< 20	sehr hoch	5
20 - 40	hoch	4
> 40	regional	3

\* Moore können nur bewertet werden, wenn sie sich in einem naturnahen Zustand befinden und nicht entwässert sind.

**II.1.1.b Alternatives Bewertungsverfahren nach der Methode des Landschaftsentwicklungskonzeptes**

Diese alternative Methode zum Entwicklungspotenzial für seltene und gefährdete Lebensräume, auch potenzielle Lebensraumfunktion genannt, bezieht sich auf die bayernweite Bedeutsamkeit in Bezug auf die Seltenheit der Standorttypen und die mögliche Funktion zur überregionalen Vernetzung von Standorten.

Unter Berücksichtigung irreversibler, meist anthropogen verursachter Veränderungen des Standorts wird ein Entwicklungspotenzial rein qualitativ bewertet, ohne das aktuelle Arteninventar einzubeziehen. Dabei wird vom Sachbearbeiter eine expertengestützte Einschätzung auf der Grundlage standortkundlichen Fachwissens vorgenommen. Diese Methode ist im Methodikband des Landschaftsentwicklungskonzeptes (LEK) Bayern (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, UNVERÖFF.) dargestellt.

**Fragestellung:**  
Welche Voraussetzungen als Standort von Biotopen bzw. zur Biotopentwicklung bietet der Boden?

**Kriterium:**  
Potenzielle natürliche Vegetation, Seltenheit, Vernetzungsfunktion

**Parameter:**  
Raumeinheiten der Standort-Nutzungstypisierung

**Methode:**  
BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (UNVERÖFF.)

**Beschreibung der Methode und Vorgehensweise**

Zur Einstufung des Entwicklungspotenzials für seltene und gefährdete Lebensräume werden folgende Kriterien verwendet:

- Nutzungstyp
- Standort, Relief
- Potenzielle natürliche Vegetation
- Vernetzungsfunktion
- Wiederherstellbarkeit des Standorts

Eine Zuordnung zu Rangstufen erfolgt expertengestützt unter Einbeziehung von standortkundlichen Fachkenntnissen nach Tabelle II/3.

Tabelle II/3: Einstufung des Entwicklungspotenzials für seltene und gefährdete Lebensräume

Wertklasse				
1	2	3	4	5
<b>standörtlich ungebunden</b>	<b>bayernweit potenziell häufig</b>	<b>bayernweit potenziell verbreitet, aber nicht häufig</b>	<b>bayernweit potenziell selten bzw. regional oder überregional einzigartig</b>	<b>bayernweit potenziell äußerst selten oder einzigartig</b>
Lebensräume, die weitgehend standortunabhängig überall etabliert sein können und dabei eigene standörtliche Gegebenheiten ausbilden (z.B. Städte, Industrieansiedlungen)	zonale Waldgesellschaften (z.B. Eichen-Hainbuchenwälder, Buchenwälder) und durchschnittlich strukturierte Kulturlandschaften, mit vereinzelt Sonderstandorten, die in Bayern in ähnlicher Ausprägung auch in anderen Naturräumen vorkommen	früher häufige, heute bayernweit eher seltene Sonderstandorte, in einem mehr oder minder veränderten Zustand, die heute aber noch wertvolle Sekundärlebensräume zur Verfügung stellen können, (z.B. irreversibel veränderte Moorlandschaften, Landschaftsteile mit zahlreichen Trocken- und Feuchtstandorten sowie aus dem Naturraum stammende (autochthone) Fließgewässer und deren Talräume	natürlicherweise oder anthropogen bedingt seltene Sonderstandorte, die nicht irreversibel beeinträchtigt sind; überregionale (allochthone, naturraumverbindende) Fließgewässer sowie ihre Talauen, sofern diese noch einer Hochwasserdynamik oder zumindest wechselnden Grundwasserständen unterliegen; Landschaftsteile, in denen Lebensräume unterschiedlicher Naturräume und Verbreitung gemeinsam vorkommen	natürlicherweise äußerst seltene Standorte in Bayern und Reliktstandorte, die andernorts aufgrund irreversibler Veränderungen nicht wiederherstellbar sind (z.B. naturnahe Moore); große überregionale Fließgewässer und deren rezente Talauenabschnitte mit noch vorhandener Überschwemmungs- und Grundwasserdynamik; Landschaftsteile, die als überregionale Verbindungswege bayernweite funktionale Bedeutung besitzen



II.1.2 Standort für Bodenorganismen

Bodenorganismen sind ein wichtiger Bestandteil des Bodens und können zuverlässige Indikatoren für den Bodenzustand und die Bodenvitalität sein. Aufgrund der ungeheuren Vielfalt von Bodenlebewesen und der komplexen, zum Teil bisher unbekanntem Wirkungszusammenhänge zwischen Boden und Bodenlebewesen, gibt es derzeit noch keine geeigneten, gut erfassbaren und aussagekräftigen Bewertungskriterien für den Boden als Standort für Bodenorganismen.

II.1.3 Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen

Unversiegelter Boden hat die Fähigkeit, Niederschlagswasser aufzunehmen, zu speichern und zeitlich verzögert an die Atmosphäre, an die Vegetation, an die Vorfluter oder an das Grundwasser abzugeben (Retention). Böden wirken damit ausgleichend auf den Wasserhaushalt und wirken der Entstehung von Hochwässern entgegen. Die Verdichtung und Versiegelung des Bodens vermindert die Infiltration und Grundwasserneubildung, führt zu einem vermehrten oberflächlichen Abfluss des Niederschlages mit seinen negativen Folgen wie Erosion, Gewässereutrophierung und kann insbesondere in gefährdeten Gebieten zu Hochwässern führen. Es ist daher darauf zu achten, dass Böden mit einer hohen Infiltrations- und Speicherkapazität und damit einem guten Retentionsvermögen für Niederschläge in ihrer Funktion erhalten bleiben.

**Fragestellung:**

Wie gut kann ein Boden Niederschläge abführen und den oberflächlichen Abfluss verzögern?

**Kriterium:**

Fähigkeit des Bodens zur Wasseraufnahme

**Parameter:**

Gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf), nutzbare Feldkapazität (nFK), Luftkapazität (LK), Grundwassereinfluss, Stauwassereinfluss, Hangneigung

**Methode:**

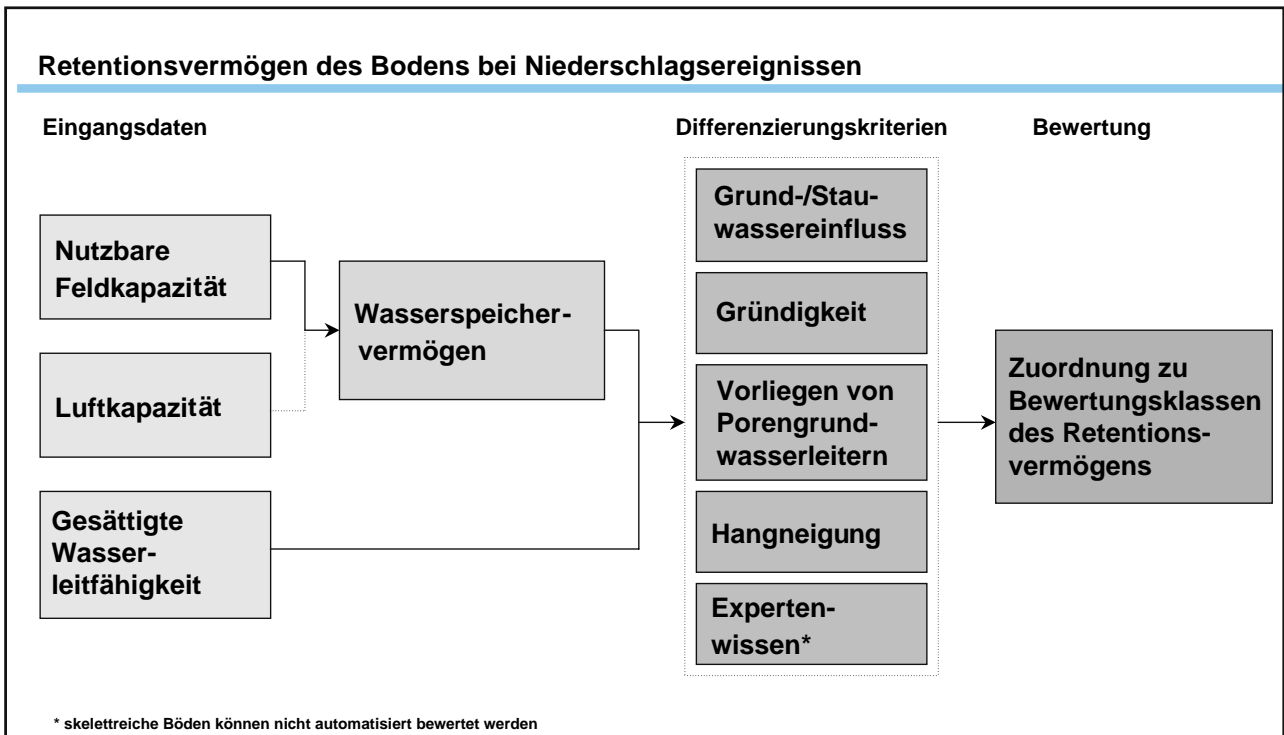
UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995)

Beschreibung der Methode

Anhand der gesättigten Wasserleitfähigkeit und der nutzbaren Feldkapazität wird abgeschätzt, wie viel Niederschlagswasser ein trockener Boden aufnehmen kann, bevor es zu Oberflächenabfluss kommt. Die Luftkapazität wird nur bei Böden in abflussträger Lage (< 9 % Hangneigung) einbezogen. Die Ergebnisse werden ordinal skaliert (2 = geringes, 5 = sehr hohes Retentionsvermögen) klassifiziert. Die Methode kann derzeit das komplexe Prozessgeschehen im Boden bei der Versickerung von Niederschlägen noch nicht vollständig abbilden und sollte daher nur für orientierte Aussagen verwendet werden. Auf folgende Fehlerquellen sei explizit hingewiesen:

- Bei Böden mit ausgeprägtem Bodenartenwechsel im Profil (z. B. Ton über Sand) können Staueffekte auftreten.
- Bei Böden mit starkem Wechsel in der gesättigten Leitfähigkeit kann die Mittelung der kf-Werte zu Fehlern führen, da dann möglicherweise der Horizont mit dem geringsten kf-Wert den Abfluss begrenzt. Nur im Falle von Stauwasserböden wird dieser Umstand in der Methodik berücksichtigt.

Abbildung II/3: Verfahren zur Bewertung des Retentionsvermögens des Bodens bei Niederschlagsereignissen



Für die umseitig genannten Fälle sollte die Methodik daher nicht angewendet werden.

Weitere Fehlerquellen können sein:

- Die reale Ausbildung des Porensystems kann nicht berücksichtigt werden. Daher wird das Retentionsvermögen bei Böden mit durchgängigen Makroporen (z.B. Regenwurmröhren) durch die Methode unterschätzt.
- Bei schluff- und tonmineralreichen Böden kann das Retentionsvermögen durch Verschlämungsprozesse vermindert werden.
- Die aktuelle Nutzung beeinflusst die Infiltration in den Boden, kann aber in dieser Methode nicht berücksichtigt werden.

Alle diese Fehlerquellen müssen bei der Interpretation der Bewertungsergebnisse berücksichtigt werden. Zudem lassen sich mit der Methode keine einzelnen kurzfristigen Niederschlagsereignisse abbilden, sondern es kann nur das langfristige, integrierende Potential des Bodens orientierend bewertet werden.

**Vorgehensweise**

Die Bewertung erfolgt bis 1 m Tiefe, bei Stauwasserböden bis zur Obergrenze des Stauhorizontes, bei grundwasserbeeinflussten Böden bis zum mittleren Grundwasserspiegel oder, falls der mittlere Grundwasserspiegel nicht bekannt ist, bis zur Obergrenze des Gr-Horizontes.

1. Die gesättigte Wasserleitfähigkeit  $k_f$  ist für jeden Horizont zu ermitteln oder nach KA 4, Tab. 62 zu schätzen. Bei steinhaltigen Böden vermindert sich der  $k_f$ -Wert entsprechend dem Skelettgehalt in Volumen-%. Oberhalb eines Skelettgehalts von 25 Volumen-% ist dieses Schätzverfahren allerdings nicht mehr anwendbar (DVWK 1999). Hier muss eine expertengestützte Bewertung erfolgen.
2. Die nutzbare Feldkapazität  $nFK$  ist für jeden Horizont zu ermitteln oder nach KA 4, Tab. 55, 57 und 58 zu schätzen. Bei steinhaltigen Böden vermindert sich die  $nFK$  entsprechend dem Skelettgehalt in Volumen-%.

(Die  $nFK$  in Volumen-% entspricht dabei der  $nFK$  in mm/dm. Zur Berechnung der  $nFK$  eines Horizontes wird der Wert aus KA 4, Tab. 55, 56, 57 und 58 mit der Horizontmächtigkeit in dm multipliziert.)

3. Bei Böden in ebener oder abflussträger Lage (< 9 % Hangneigung) ist die Luftkapazität  $LK$  [mm] für jeden Horizont zu ermitteln oder nach KA 4, Tab. 55, 56, 57 und 58 zu schätzen. (Die Vorgehensweise erfolgt analog zur Ermittlung der  $nFK$  eines Horizontes.)
4. Für die Bewertungstiefe des gesamten Bodenprofils sind  $nFK$  und ggf.  $LK$  der einzelnen Horizonte zu addieren.
5. Die gesättigte Leitfähigkeit  $k_f$  ist für das gesamte Profil nach Formel 1 entsprechend der Horizontmächtigkeiten gewichtet zu mitteln. Beim Auftreten von Horizonten mit  $k_f \leq 1$  cm/d wird die Bewertung für das Profil nur bis zur Obergrenze dieses Horizonts durchgeführt.
6. Die Bewertung des Retentionsvermögens von Böden ist nach Tabelle II/4 durchzuführen. Für Böden in ebener oder abflussträger Lage (< 9 % Hangneigung) ist als Wasserspeichervermögen (WSV)  $nFK + LK$  einzusetzen, für alle anderen Böden entspricht das Wasserspeichervermögen der  $nFK$ .

**Formel 1:**  
Berechnung des gewichteten harmonischen Mittels der gesättigten Leitfähigkeit eines Profils aus den Werten der einzelnen Horizonte

$$k_{fp} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{k_{fi}}}$$

- $k_{fp}$  = gesättigte Leitfähigkeit des Profils [cm/d]
- $k_{fi}$  = gesättigte Leitfähigkeit des Horizontes  $i$  [cm/d]
- $M_i$  = Mächtigkeit des Horizontes  $i$  [cm]
- $n$  = Anzahl der berücksichtigten Horizonte im Profil

Tabelle II/4: Bewertung der Retentionsfunktion des Bodens bei Niederschlagsereignissen über die gesättigte Leitfähigkeit ( $k_f$ ) und das Wasserspeichervermögen (WSV) bis zur bewerteten Profiltiefe

kfp[cm/d]	WSV [mm]				
	< 50	50 - < 90	90 - < 140	140 - < 200	≥ 200
≤ 7	2	2	2	2 - 3	3
> 7 - 15	2	2-3	3	3	4 - 5
> 15 - 30	2	3	3 - 4	4 - 5	5
> 30	2*	3*	4*	5	5

\* Nicht grundwasserbeeinflusste Böden mit  $k_f$ -Werten > 40 cm/d in allen Horizonten bis in eine Tiefe von ≥ 1 m erhalten die Wertklasse 5, sofern ein ungehinderter Abfluss des Wassers in größere Tiefen zu erwarten ist. Böden in Hanglage (> 18 %) erhalten einen Abschlag um eine Wertklasse. Retentionsfunktion: 5 = sehr hoch, 4 = hoch, 3 = mittel, 2 = gering.

II.1.3.a Alternatives Bewertungsverfahren auf der Grundlage der Bodenschätzung

Liegen keine Bodenkarten oder bodenkundlichen Datengrundlagen vor, so kann das Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen behelfsweise für orientierende Aussagen auch aus den Klassenzeichen der Bodenschätzung abgeleitet werden.

Die Methodik ist in UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995) unter Nr. 5.1.4 dargestellt. Die Methode ist nur anwendbar bei weitgehend skelettfreien Böden (< 25 Volumen-% Skelett) und bei Böden, die nicht aus Massengestein oder sehr klüftigen Gesteinen wie z.B. Kalkstein entstanden sind. In allen anderen Fällen muss die Bewertung expertengestützt auf der Grundlage bodenkundlichen Basiswissens vorgenommen werden oder eine Validierung der Bewertungsergebnisse im Gelände erfolgen.

**Fragestellung:**

Wie gut kann ein Boden Niederschläge abführen und den oberflächlichen Abfluss verzögern?

**Kriterium:**

Fähigkeit des Bodens zur Wasseraufnahme

**Parameter:**

Bodenschätzung, Hydrogeologische Informationen, Relief, Einzelfallprüfung

**Methode:**

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995)

**Beschreibung der Methode**

Die Böden werden anhand des Klassenzeichens der Bodenschätzung unter Berücksichtigung der Hanglage, der Lage über Porengrundwasserleitern und aufgrund von Einzelfallprüfungen bezüglich ihres Retentionsvermögens bei Niederschlagsereignissen klassifiziert.

**Vorgehensweise**

Die Klassifizierung der Böden erfolgt anhand des Klassenzeichens der Bodenschätzung nach Tabelle II/5 (Ackerflächen) oder Tabelle II/6 (Grünlandflächen) unter Berücksichtigung von Sonderfällen (siehe Fußnoten).

Abbildung II/4: Alternatives Verfahren zur Bewertung des Retentionsvermögens bei Niederschlagsereignissen

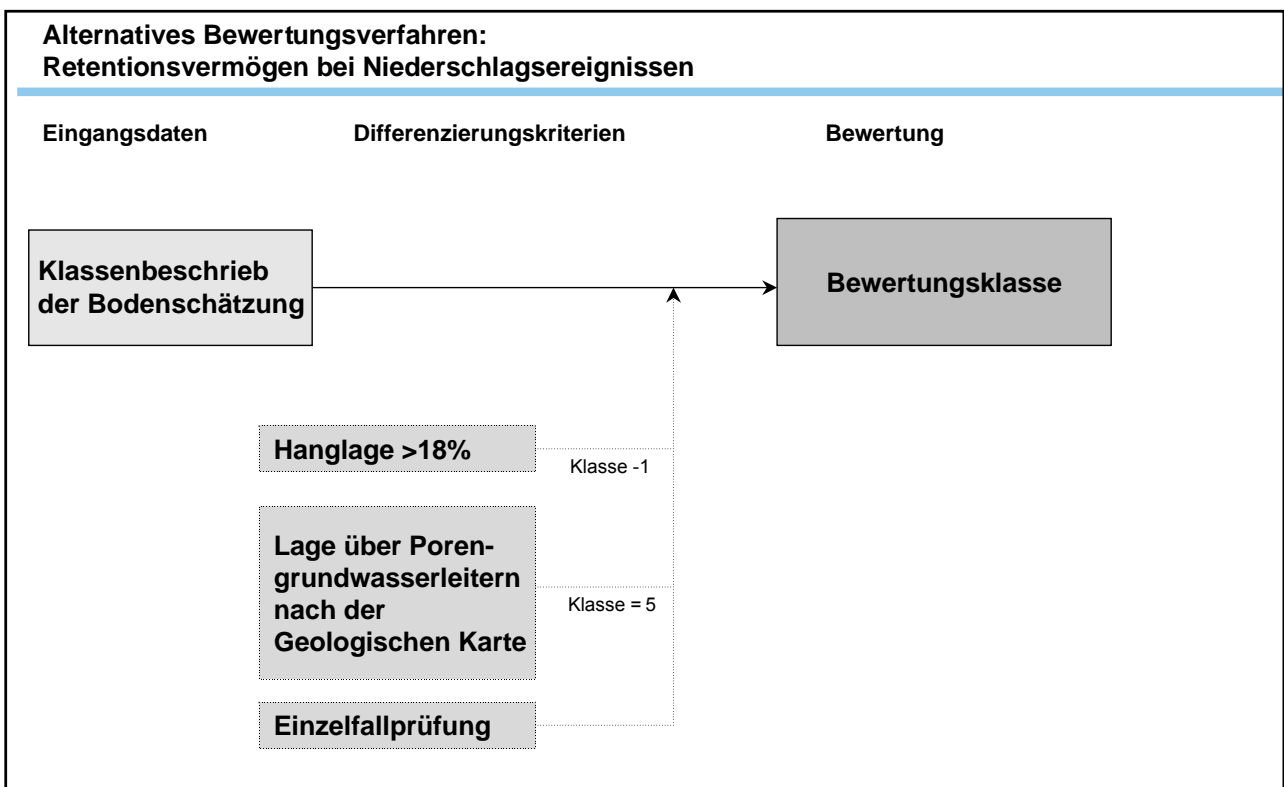


Tabelle II/5: Bewertung von Böden (bezüglich ihres Retentionsvermögens bei Niederschlagsereignissen) mit Hilfe des Klassenbeschriebes der Bodenschätzung nach dem Klassenzeichen für Ackerflächen

		Ackerflächen						
Bodenart	Entstehung	Bewertungsklasse bei Zustandsstufe ***+**						
		1	2	3	4	5	6	7
S	D, Al	-	4*	3*	3*	2	2	2
	V	-	4	3	3	2	2	2
SI	D		4*	4*	4*	3	2	2
	Al		4*	4*	4*	3	2	2
	V		4	4	4	3	2	2
IS	D	5	5	4*	3	3	3	3
	Lö	5	5	4	4	4	4	4
	Al	5	5	4*	3	3	3	3
	V	-	5	4	3	3	3	3
	Vg	-	-	3	2	2	2	2
SL	D	4*	4*	4*	3	2	2	2
	Lö	5	5	5	4	3	2	2
	Al	4*	4*	4*	3	2	2	2
	V	-	4	4	3	2	2	2
	Vg	-	-	3	2	2	2	2
sL	D	4*	4*	4*	3	3	2	2
	Lö	5	4	4	3	2	2	2
	Al	4*	4*	4*	3	3	2	2
	V	4	4	4	3	3	2	2
	Vg	-	-	3	2	2	2	2
L	D	4	4	3	3	3	2	2
	Lö	4	4	4	3	3	2	2
	Al	4	4	3	3	3	2	2
	V	4	4	3	3	2	2	2
	Vg	-	-	3	3	3	2	2
LT	D	4	4	4	3	3	2	2
	Al	4	4	4	3	3	2	2
	V	4	4	3	3	2	2	2
	Vg	-	-	3	2	2	2	2
T	D	-	3	3	2	2	2	2
	Al	-	3	3	2	2	2	2
	V	-	3	3	2	2	2	2
	Vg	-	-	3	2	2	2	2
Mo		5	5	5	4	4	3	2

\*\*\* Böden in Hanglage (> 18 %) erhalten einen Abschlag um eine Bewertungsklasse

\*\* Modifizierungen nach Einzelfallprüfungen sind möglich (z.B. Böden in abflusträger Lage)

\* Über Porengrundwasserleitern: Klassenwert = 5

Tabelle II/6: Bewertung von Böden (bezüglich ihres Retentionsvermögens bei Niederschlagsereignissen) mit Hilfe des Klassenbeschriebes der Bodenschätzung nach dem Klassenzeichen für Grünlandflächen

Grünlandflächen					
Bodenart	Zustandsstufe	Bewertungsklasse bei Wasserverhältnissen ***+**			
		1/2/3	4	5	4/5
S *	I	4*	2*	2	3
	II	3*	2	2	2
	III	2*	2	2	2
IS *	I	4*	3*	2	3
	II	3 - 4*	2*	2	2
	III	2	2	2	2
L	I	5	3	3	3
	II	4	3	2	2
	III	2	2	2	2
T	I	3	2	2	2
	II	2	2	2	2
	III	2	2	2	2
Mo	I	5	4	3	-
	II	5	3	2	-
	III	4	2	2	-

\*\*\* Böden in Hanglage (> 18 %) erhalten einen Abschlag um eine Bewertungsklasse

\*\* Modifizierungen nach Einzelfallprüfungen sind möglich (z.B. Böden in abflusträger Lage)

\* Über Porengrundwasserleitern: Klassenwert = 5

### II.1.4 Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe (z.B. Nitrat)

Der Anbau und die Ernte von Ackerfrüchten führt zum Entzug von Nährstoffen aus dem Boden. Daher ermüden die Böden, wenn sie ohne Zufuhr von Düngemitteln kontinuierlich bewirtschaftet werden. Stickstoff als einer der wichtigsten Pflanzennährstoffe wird deshalb durch Düngung zugeführt. Darüber hinaus gelangen Stickstoffverbindungen aus der Luft in den Boden und werden dort zu Nitrat umgesetzt.

Nitrat kann im Boden nicht an die Oberfläche der Bodenpartikel gebunden und somit langfristig zurückgehalten werden. Es ist im Bodenwasser gelöst und wird zusammen mit dem Sickerwasser in die Tiefe verlagert. Eine unsachgemäße Düngung, die den von den Pflanzen verursachten Nährstoffentzug überschreitet, kann daher langfristig zu unerwünschten Einträgen ins Grundwasser führen. Düngungsmenge und Düngungsfrequenz sind deswegen sowohl dem Entzug durch die Pflanzen als auch dem Rückhaltevermögen des Bodens für wasserlösliche Stoffe anzupassen. Eine eingehende Düngeberatung nach den Vorgaben der guten fachlichen Praxis führen die Ämter für Landwirtschaft und Ernährung durch.

#### **Fragestellung:**

Wie gut ist der Boden in der Lage, wasserlösliche nicht sorbierbare Stoffe im Sickerwasserstrom in der durchwurzelbaren Bodenzone zu halten?

#### **Kriterium:**

Austauschhäufigkeit des Bodenwassers bei Feldkapazität

#### **Parameter:**

Feldkapazität im effektiven Wurzelraum ( $FK_{we}$ ), Sickerwasserrate

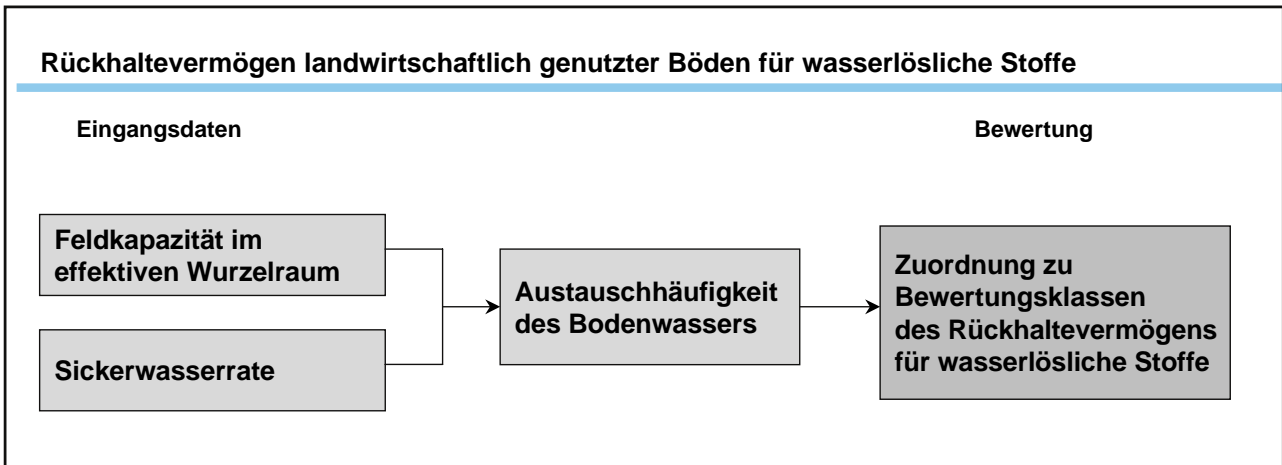
#### **Methode:**

DIN 19732 (1997)

#### **Beschreibung der Methode**

Die Methode gilt nur für die Bewertung landwirtschaftlich genutzter Flächen. Bewertet wird die Fähigkeit des Bodens, Sickerwasser und die darin gelösten Stoffe gegen die Schwerkraft im Wurzelraum zu halten. Je länger das Sickerwasser im Wurzelraum verbleibt, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass gelöste Stoffe wie z.B. Nitrat von der Vegetation aufgenommen werden und desto geringer ist die Gefahr der Auswa-

Abbildung II/5: Rückhaltevermögen landwirtschaftlich genutzter Böden für wasserlösliche Stoffe



schung dieser Stoffe in das Grundwasser. Sickerwässer, welche die Untergrenze des Wurzelraums erreicht haben, sind für die Vegetation nicht mehr nutzbar und gelangen schließlich ins Grundwasser.

Die Methode kann für alle wasserlöslichen nicht sorbierbaren Stoffe, also z.B. auch für Chloride aus der Streusalzanwendung verwendet werden. Die größte Umweltrelevanz in der Gruppe der wasserlöslichen nicht sorbierbaren Stoffe hat jedoch das Nitrat. In dieser Methode wird die jährliche Austauschhäufigkeit des Bodenwassers im Wurzelraum berechnet und ordinal skaliert klassifiziert. Die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers bei Feldkapazität als Maß für das Rückhaltevermögen des Bodens ist auch abhängig von der Höhe des Grundwasserspiegels und der Nutzung. Die Nutzung fließt bei der Ermittlung der Sickerwasserrate mit ein, die Höhe des Grundwasserspiegels beeinflusst die Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes.

Diese Methode verfolgt einen frachtbezogenen und keinen konzentrationsbezogenen Ansatz. Es kann daher nicht die Grundwassergefährdung im Hinblick auf die Einhaltung der Trinkwassergrenzwerte beurteilt werden.

**Formel 2:**  
Berechnung der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers bei Feldkapazität

$$n_s = SR / FK_{We}$$

- $n_s$  = Austauschhäufigkeit des Bodenwassers [1/a]
- SR = Sickerwasserrate [mm/a]
- $FK_{We}$  = Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes [mm]

**Vorgehensweise**

Als Eingangsparameter werden die Sickerwasserrate und die Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes ( $FK_{We}$ ) benötigt. Für die Abschätzung der Sickerwasserrate gibt es eine Vielzahl von Methoden. Sie errechnet sich im Prinzip nach der Gleichung:

$$\text{Sickerwasser} = \text{Niederschlag} - \text{Verdunstung} - \text{Oberflächenabfluss}$$

Liegen keine Messdaten vor, so können die Daten dem Klimaatlas von Bayern (BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND, 1996) entnommen werden, der Daten zu Niederschlag und Verdunstung enthält.

Der Oberflächenabfluss kann überschlagsmäßig nach Tabelle II/7 abgeschätzt werden.

Als Alternative dazu kann dem Agrar- und Umweltklimatologischen Atlas von Bayern (DEUTSCHER WETTERDIENST, 1997) der Gesamtabfluss als Summe aus Sickerwasser und Oberflächenabfluss entnommen werden. Der Oberflächenabfluss wird wiederum nach Tabelle II/7 abgeschätzt und vom Gesamtabfluss abgezogen, so dass man als Ergebnis die Sickerwasserrate erhält.

Am Bayerischen Geologischen Landesamt wird der Oberflächenabfluss mit Hilfe des Simulationsmodells FLOTRA berechnet. Nähere Informationen hierzu sind beim Bayerischen Geologischen Landesamt erhältlich.

Die Sickerwasserrate kann auch nach DIN 19687 (1998) und DIN 19685 (1979) berechnet werden, sofern die entsprechenden Messdaten zur Verfügung stehen.

Die  $FK_{We}$  kann nach KA 4, Tab. 55/56, 57, 58 und 68 abgeschätzt werden (s. hierzu auch Kap. II.1.3). Die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers berechnet sich nach Formel 2. Die Bewertung der Austauschhäufigkeit erfolgt nach Tabelle II/8.

Tabelle II/7: Durchschnittlicher Oberflächenabfluss bei landwirtschaftlicher Nutzung in % vom Gesamtabfluss (= Niederschlag – Verdunstung) in Abhängigkeit von der Bodenart, berechnet mit dem Programm FLOTRA an 7 Klimastationen Bayerns

	Ton	Lehm/Schluff	Sand
Oberflächenabfluss in % vom Gesamtabfluss	8,0	4,5	1,5

Tabelle II/8: Bewertung des Rückhaltevermögens für wasserlösliche Stoffe über die Austauschhäufigkeit

Austauschhäufigkeit [1/a]	≥ 2,5	1,5 bis < 2,5	1,0 bis < 1,5	0,7 bis < 1,0	< 0,7
Rückhaltevermögen für wasserlösliche Stoffe	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Wertklasse	1	2	3	4	5

### II.1.5 Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle

Schwermetalle gelangen durch vielfältige menschliche Aktivitäten wie industrielle Prozesse, Hausbrand, den Verkehr oder die Verwendung von Mineraldüngern und mit dem Klärschlamm in die Umwelt. Da sie nicht abgebaut werden, reichern sie sich im Boden an oder werden ins Grundwasser verlagert. Der Boden hat dabei in unterschiedlichem Maße die Fähigkeit, die Schwermetalle zu binden. Diese Bindung bewirkt, dass die Schwermetalle von Pflanzen nicht in solchen Konzentrationen aufgenommen werden, die über die Nahrungskette schädlich auf Mensch oder Tier wirken können. Außerdem verhindert die Sorption an Bodenpartikel die Beeinträchtigung von Bodenorganismen und die Verlagerung von Schwermetallen in Grund- und Oberflächenwässer.

#### Fragestellung:

Wie gut kann ein Boden Schwermetalle langfristig und flächig im Boden binden?

#### Kriterium:

Relative Bindungsstärke für Schwermetalle im Boden bis 1 m Profiltiefe

#### Parameter:

pH-Wert des Bodens, Tongehalt / Bodenart, Humusgehalt / Humusstufe, Skelettgehalt, Grundwasserstand, Moor

#### Methode:

HENNINGS (2000)

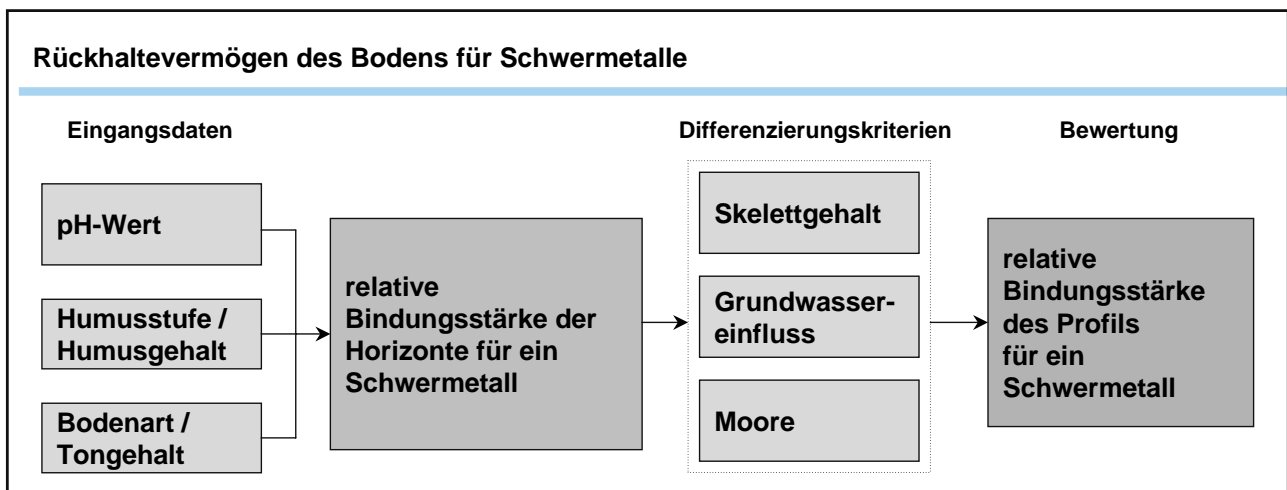
#### Beschreibung der Methode

Bewertet wird die Fähigkeit von Böden, Schwermetalle zu binden. Die Verlagerung oder Festlegung von Schwermetallen im Boden hängt in erster Linie vom pH-Wert ab, da die meisten Schwermetalle im sauren pH-Bereich mobil werden. Bei hohen pH-Werten hingegen sind sie im Boden gebunden.

Die Schwermetalle werden dann vor allem von Humusbestandteilen und Tonmineralen festgelegt. Daher steigt grundsätzlich die Bindungsstärke für Schwermetalle, wenn viele dieser Substanzen im Boden sind. Es erfolgt eine relative Bewertung, die den Vergleich unterschiedlicher Böden hinsichtlich dieser Funktion erlaubt. Eine Quantifizierung des Bindungsvermögens findet nicht statt.

Die Bewertung kann nur separat für einzelne Schwermetalle durchgeführt werden. Als worst-case-Betrachtung für die Schwermetalle Cadmium, Nickel, Kobalt, Zink, Aluminium, Kupfer, Chrom, Blei und Quecksilber genügt jedoch die

Abbildung II/6: Verfahren zur Bewertung des Rückhaltevermögens des Bodens für Schwermetalle



Bewertung des Elements Cadmium, da der Boden für Cadmium als mobilstes dieser Elemente das geringste Bindungsvermögen besitzt. Die folgende Darstellung bezieht sich daher auf die Bewertung des Elements Cadmium.

**Vorgehensweise**

Zur Ermittlung der relativen Bindungsstärke für Schwermetalle im Boden werden alle Horizonte einschließlich organischer Auflagehorizonte bis 1 m Profiltiefe, maximal jedoch bis zum Grundwasserspiegel herangezogen. Horizonte, die über die maximale Profiltiefe hinausreichen, werden nach Formel 4 nur anteilig berücksichtigt. Die nachfolgend aufgeführten Schritte werden für jeden Horizont durchgeführt.

1. Nach Tabelle II/9 wird für den jeweiligen pH-Wert die vorläufige relative Bindungsstärke von Cadmium ermittelt (Wert 1).
2. Für die Humusstufe bzw. den Humusgehalt wird nach Tabelle II/10 der Humuszuschlag ermittelt (Wert 2).
3. Für die jeweilige Bodenart wird nach Tabelle II/11 der Tonzuschlag ermittelt (Wert 3).
4. Für jeden Horizont werden die Werte 1, 2 und 3 zur relativen Bindungsstärke eines Horizonts addiert. Bei steinhaltigen Böden vermindert sich die relative Bindungsstärke nach Formel 3 entsprechend dem Skelettgehalt in Volumen-%.
5. Die relative Bindungsstärke für das Gesamtprofil ergibt sich nach Formel 4 aus dem gewichteten Mittelwert aller Horizonte bezogen auf 1 m Profiltiefe.
6. Die relative Bindungsstärke für das Gesamtprofil wird nach Tabelle II/12 ordinal skaliert bewertet.

**Formel 3:**  
Korrektur der relativen Bindungsstärke aufgrund des Skelettgehaltes

$$rBS_i = rBS_{ivor} \cdot \left(1 - \frac{SK}{100}\right)$$

rBS<sub>i</sub> = relative Bindungsstärke des Horizontes i  
 rBS<sub>ivor</sub> = relative Bindungsstärke vor Korrektur um den Skelettgehalt  
 SK = Skelettgehalt des Horizontes [Vol.-%]

**Formel 4:**  
Berechnung der relativen Bindungsstärke des Gesamtprofils aus Einzelhorizonten

$$rBS = \sum_{i=1}^n \left( rBS_i \cdot \frac{M_i}{100} \right)$$

rBS = relative Bindungsstärke des Gesamtprofils  
 rBS<sub>i</sub> = relative Bindungsstärke des Horizontes i  
 M<sub>i</sub> = Mächtigkeit des Horizontes i [cm]  
 n = Anzahl der Horizonte

Tabelle II/9: Relative Bindungsstärke von Cadmium in Abhängigkeit vom pH-Wert (Basistabelle)

pH (CaCl <sub>2</sub> )									
2,5-2,7	2,8-3,2	3,3-3,7	3,8-4,2	4,3-4,7	4,8-5,2	5,3-5,7	5,8-6,2	6,3-6,7	6,8-8,0
relative Bindungsstärke									
0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5	4,0	4,5	5,0

Tabelle II/10: Zuschläge zur relativen Bindungsstärke von Cadmium in Abhängigkeit vom Humusgehalt

Humusstufe	Humusgehalt [%]	Zuschlag
h0, h1, h2	< 2	0
h3, h4	2 - <8	0,5
h5	8 - <15	1,0
h6	≥ 15	1,5

Tabelle II/11: Zuschläge zur relativen Bindungsstärke von Cadmium in Abhängigkeit vom Tongehalt

Bodenart	Tongehalt [%]	Zuschlag
Ss, Su2, St2, Sl2, Sl3, Su3, Su4, Us, Uu, Ut2	< 12	0
St3, Sl4, Ut3, Ut4, Uls, Lu, Ls2, Ls3, Ls4, Tl, Ts2, Ts3, Ts4, Tu2, Tu3, Tu4, Lts, Lt2, Lt3, Tt	> 12	0,5



Tabelle II/12: Bewertung der relativen Bindungsstärke von Cadmium im gesamten Bodenprofil

relative Bindungsstärke	< 1,5	1,5 bis < 2,5	2,5 bis < 3,5	3,5 bis < 4,5	≥ 4,5
Bewertung der relativen Bindungsstärke	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Wertklasse	1	2	3	4	5

**Besonderheiten**

Moore werden wegen der möglichen Bildung löslicher organischer Komplexe generell in die Wertklasse 1 eingestuft.

Soll aufgrund spezieller Fragestellungen die Bewertung für andere Schwermetalle als für Cadmium durchgeführt werden, so sind die Werte 1, 2 und 3 der Verknüpfungsregel 7.2 (Tabellen 1, 2 und 3) der Methodendokumentation Bodenkunde (HENNING 2000) zu entnehmen.

**II.1.5.a Alternatives Bewertungsverfahren auf der Grundlage der Bodenschätzung**

Liegen keine Bodenkarten oder bodenkundlichen Datengrundlagen vor, so kann das Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle behelfsweise auch aus den Klassenbeschrieben der Bodenschätzung abgeleitet werden.

Die Methodik ist in UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995) dargestellt.

**Fragestellung:**

Wie gut kann ein Boden Schwermetalle langfristig und flächig im Boden binden?

**Kriterium:**

Mobilität der Schwermetalle im Boden

**Parameter:**

Klassenzeichen der Bodenschätzung

**Methode:**

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995)

**Beschreibung der Methode**

Der Boden wird bezüglich seines Rückhaltevermögens für Schwermetalle anhand des Klassenzeichens der Bodenschätzung eingestuft.

Moore (Klassenzeichen Mo) werden wegen der Bildung löslicher metallorganischer Komplexe generell in die Bewertungsklasse 1 eingestuft.

Die Methode ist nicht stoffspezifisch und kann wesentliche Einflussfaktoren der Schwermetallbindung wie z.B. den aktuellen pH-Wert des Bodens nicht berücksichtigen. Das Bewertungsergebnis kann daher nur orientierenden Charakter haben.

**Vorgehensweise**

Die Klassifizierung der Böden erfolgt anhand des Klassenzeichens der Bodenschätzung nach Tabelle II/13 (Ackerflächen) und II/14 (Grünlandflächen).

Abbildung II/7: Alternatives Verfahren zur Bewertung des Rückhaltevermögens des Bodens für Schwermetalle

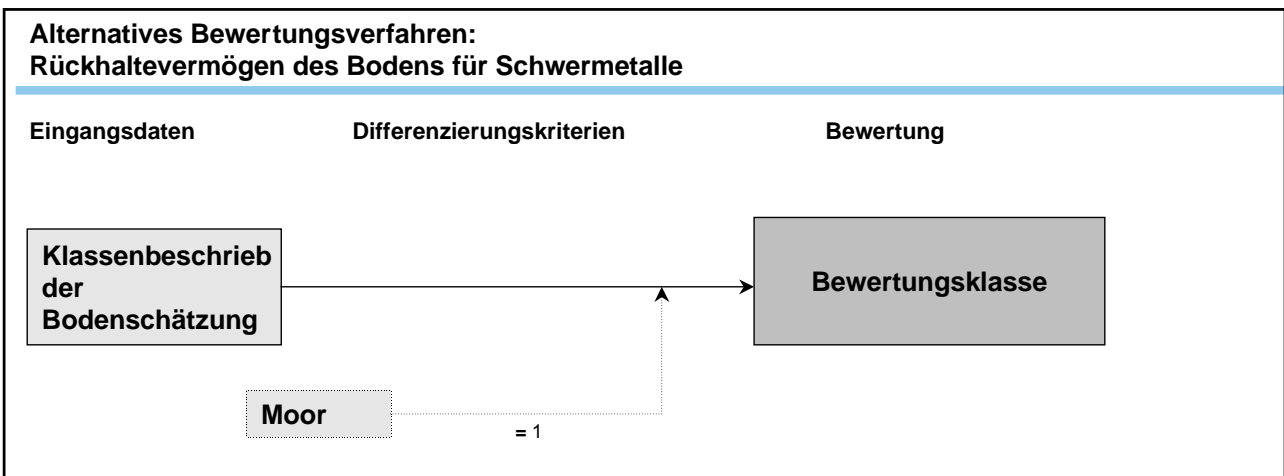


Tabelle II/13: Bewertung der Böden („Rückhaltevermögen für Schwermetalle“) mit Hilfe der Bodenschätzung nach dem Klassenzeichen für Ackerflächen

		Ackerflächen						
Bodenart	Entstehung	Bewertungsklasse bei Zustandsstufe						
		1	2	3	4	5	6	7
S	D	-	2	2	2	1	1	1
	Al	-	2	2	1	1	1	1
	V	-	2	2	1	1	1	1
SI	D	-	3	3	2	2	1	1
	Al	-	3	3	2	2	1	1
	V	-	3	3	2	1	1	1
IS	D	4	3	3	3	2	2	1
	Lö	4	4	3	3	3	2	1
	Al	4	3	3	3	2	2	1
	V	-	3	3	3	2	1	1
	Vg	-	-	2	2	2	1	1
SL	D	5	4	4	3	2	2	2
	Lö	5	5	5	4	4	3	2
	Al	5	5	4	4	3	3	3
	V	-	4	3	3	2	1	1
	Vg	-	-	3	2	2	1	1
sL	D	5	5	4	4	3	3	2
	Lö	5	5	4	4	4	3	3
	Al	5	5	4	4	4	3	3
	V	5	5	4	3	3	2	2
	Vg	-	-	3	3	2	2	1
L	D	5	5	4	4	3	3	2
	Lö	5	5	4	4	4	3	3
	Al	5	5	4	4	3	3	3
	V	4	4	4	3	3	2	2
	Vg	-	-	4	3	3	2	1
LT	D	5	5	4	4	3	3	3
	Al	5	5	5	5	4	4	3
	V	5	5	5	4	4	4	3
	Vg	-	-	5	4	4	2	2
T	D	-	5	5	5	5	4	4
	Al	-	5	5	5	5	4	4
	V	-	5	5	5	4	3	3
	Vg	-	-	4	4	4	3	3

Tabelle II/14: Bewertung der Böden („Rückhaltevermögen für Schwermetalle“) mit Hilfe der Bodenschätzung nach dem Klassenzeichen für Grünlandflächen

Grünlandflächen						
Bodenart	Zustandsstufe	Bewertungsklasse bei Wasserverhältnissen				
		1	2	3	4	5
S	I	3	2	2	1	1
	II	2	2	1	1	1
	III	2	1	1	1	1
IS	I	3	3	2	1	1
	II	3	2	2	1	1
	III	2	2	1	1	1
L	I	5	4	4	3	3
	II	4	4	3	3	2
	III	3	3	3	2	2
T	I	5	5	5	4	4
	II	4	4	4	3	3
	III	3	3	3	3	3

### II.1.6 Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge

Das Auftreten neuartiger Waldschäden zu Beginn der 80er Jahre hat die Bodenversauerung in das Zentrum der Umweltdiskussion und Forschung gestellt. Die Versauerung der Böden ist ein natürlicher Prozess, der aufgrund der enormen Pufferfähigkeit der Böden sehr langsam verläuft. Durch Industrialisierung, Verkehr und Landwirtschaft wurde die Freisetzung säurebildender Schwefel- und Stickstoffverbindungen jedoch stark erhöht und damit die Versauerung zum Teil erheblich beschleunigt.

Die meisten Böden sind in der Lage, den Eintrag von versauernd wirkenden Substanzen aufzufangen und auszugleichen. In einigen Gebieten Bayerns ist die Pufferkapazität der Böden für Säurebildner aber bereits so weit erschöpft, dass es zu einer säurebedingten Nährstoffverarmung und zur Freisetzung phytotoxischer Stoffe wie Aluminium-Ionen kommt.

#### Fragestellung:

Wie gut kann der Boden versauernd wirkende Einträge abpuffern, und damit einem Absinken des pH-Wertes, der Freisetzung von Aluminium-Ionen und der Verarmung des Bodens an Nährstoff-Kationen entgegenwirken?

#### Kriterium:

Vorräte an austauschbaren Basen und Carbonat im Boden bis 1 m Profiltiefe

#### Parameter:

Rohdichte (trocken), Skelettgehalt, Horizontmächtigkeiten, Potenzielle Kationenaustauschkapazität ( $KAK_{pot}$ ), Basensättigung, Carbonatgehalt, Humusgehalt

#### Methode:

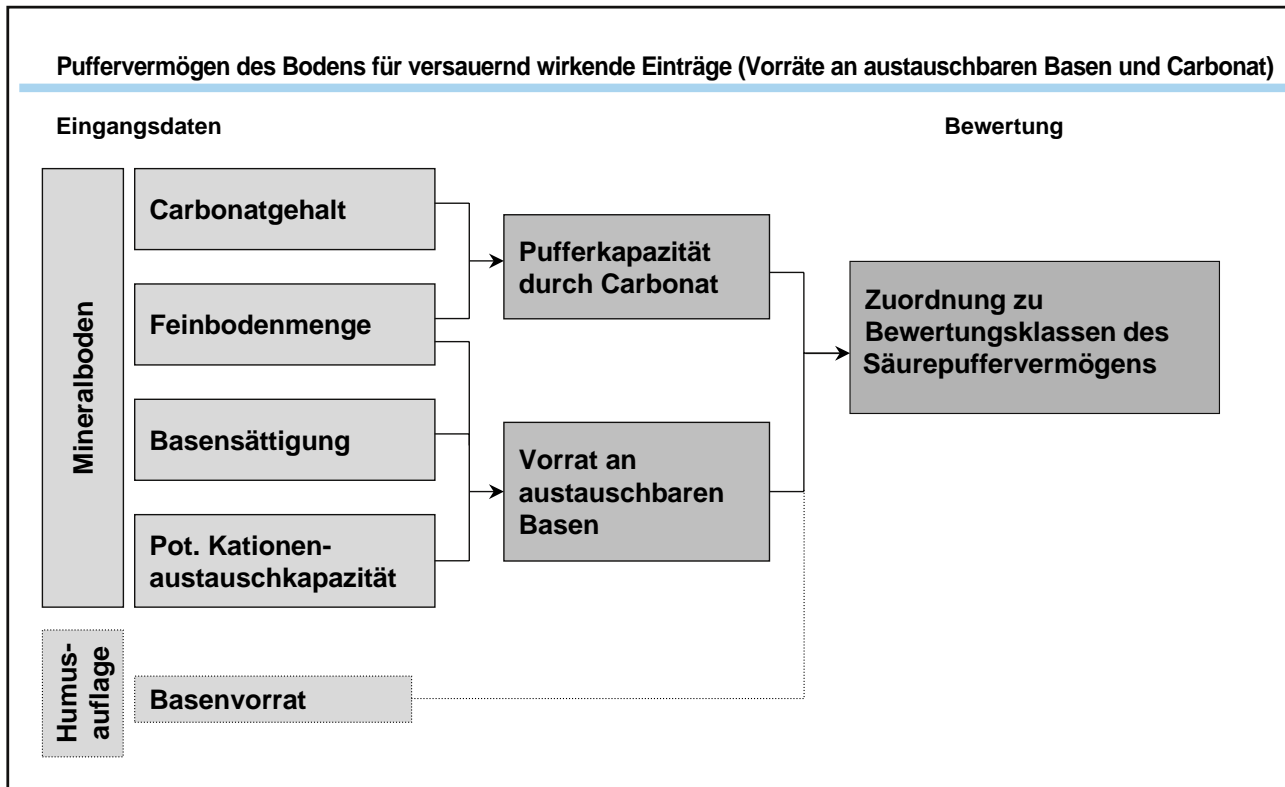
BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT in Anlehnung an UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995)

#### Beschreibung der Methode

Die Stoffumsätze im Zusammenhang mit der Bodenversauerung sind sehr komplex. Zeitliche und räumliche Ungleichgewichte im Stoffhaushalt führen dazu, dass verschiedene Pufferreaktionen gleichzeitig ablaufen und nicht immer mit Verschiebungen des pH-Wertes im Einklang stehen.

Vereinfachend wird jedoch davon ausgegangen, dass sich die kurzfristige Pufferkapazität im Boden aus dem Vorrat an austauschbaren Basen und der Pufferkapazität durch Carbonat im Boden zusammensetzt. Es wird angenommen, dass bei den im Boden üblichen pH-Werten 1 mol Carbonat 2 mol Protonen puffern kann. Der Beitrag der Silikatverwitterung zur Säurepufferung kann nicht berücksichtigt werden, da nicht für alle vorkommenden Gesteine Verwitterungsraten vorliegen. Humusaufgaben enthalten im Allgemeinen keine großen Mengen an basisch wirkenden Kationen. Die Basenmengen in Humusaufgaben liegen häufig in einem Bereich von 1–4 mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup>; nur selten werden 10 mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup> überschritten. Bei Basenvorräten von > 30 mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup> im Mineralboden sind die Basenvorräte in den Humusaufgaben im Vergleich zum Mineralboden vernachlässigbar. Bei sauren, basenarmen Böden mit einer mächtigen Rohhumusaufgabe können die Basenvorräte in der Humusaufgabe aber einen beträchtlichen Anteil an den Gesamt-vorräten erreichen und müssen in die Berechnung einbezogen werden. Hierzu werden die Basengehalte in der Humusaufgabe mit der Mächtigkeit und der Trockenraumdichte zu Basenvorräten verrechnet. Durchschnittliche Basengehalte in Abhängigkeit von der Humusform und durchschnittliche Trockenraumdichten von Humusaufgaben sind im Anhang zu finden.

Abbildung II/8: Verfahren zur Bewertung des Puffervermögens des Bodens für versauernd wirkende Einträge



Anmerkung:

Bei Böden, die bereits stark versauert sind, kann diese Methode das Puffervermögen der Böden überschätzen. Dies ist dann der Fall, wenn die Basenvorräte trotz fortschreitender Versauerung auf einem niedrigen Niveau konstant bleiben und dabei durch die Versauerungsdynamik bereits Stoffumsätze wie  $Al^{3+}$ -Freisetzung stattfinden (MATZNER 1989). Die Bestimmung der Säureneutralisationskapazität (BREEMEN ET AL. 1983), die MATZNER (1989) zur Beurteilung der Bodenversauerung vorschlägt, ist jedoch ein sehr aufwändiges Verfahren, das für viele Fragestellungen nicht praktikabel ist.

Vorgehensweise

Zur Ermittlung der Pufferkapazität im Boden werden die nachfolgend aufgeführten Schritte für jeden Mineralbodenhorizont bis 1 m Profiltiefe bzw. für die Humusaufgabe durchgeführt. Bei höher anstehendem Grundwasser endet die Bewertung beim Grundwasserspiegel. Horizonte, die über die maximale Profiltiefe hinausreichen, werden nur anteilig berücksichtigt

1. Die Feinbodenmenge in den Mineralbodenhorizonten wird nach Formel 5 geschätzt.
2. Die Carbonatmenge (Carbonat = Kalk) und Pufferkapazität durch Carbonat in den Mineralbodenhorizonten wird nach Formel 6 berechnet.
3. Der Vorrat austauschbar gebundener Basen wird nach Formel 7 berechnet.
4. Die Pufferkapazität des Mineralbodens bis 1 m Tiefe bzw. bis zum Grundwasserspiegel wird als Summe aus der Menge austauschbar gebundener Basen und der Carbonatpufferkapazität im Boden nach Formel 8 berechnet.

**Formel 5:**  
Schätzung der Feinbodenmenge [kg/m<sup>2</sup>] je Mineralbodenhorizont

$$FB_i = TRD_i \cdot M_i \cdot 10 \cdot \frac{(100 - SK)}{100}$$

- FB<sub>i</sub> = Feinbodenmenge je Horizont [kg/m<sup>2</sup>]
- TRD<sub>i</sub> = Trockenraumdichte je Horizont [g/cm<sup>3</sup>]
- M<sub>i</sub> = Mächtigkeit je Horizont [cm]
- SK = Skelettanteil [Masse-%] je Horizont

**Formel 6:**  
Berechnung der Pufferkapazität durch Carbonat je Mineralbodenhorizont [mol H<sup>+</sup>/m<sup>2</sup>]

$$PC_i = CM_i \cdot 20 \text{ [mol H}^+/\text{kg CaCO}_3\text{]}$$

wobei  $CM_i = FB_i \cdot \frac{CG_i}{100}$

- PC<sub>i</sub> = Carbonatpufferkapazität im Boden je Horizont [mol H<sup>+</sup>/m<sup>2</sup>]
- CM<sub>i</sub> = Carbonatmenge je Horizont [kg/m<sup>2</sup>]
- FB<sub>i</sub> = Feinbodenmenge je Horizont [kg/m<sup>2</sup>]
- CG<sub>i</sub> = Carbonatgehalt des Bodenhorizontes [Masse-%], abschätzbar aus KA 4, Tab. 12

- Beträgt der Basenvorrat im Mineralboden bis 1m Tiefe < 30 mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup>, wird nach Formel 9 die Pufferkapazität der Humusauflage aus den Humusmengen in den Humusauflagen (Angaben zu durchschnittlichen Rohdichten im Anhang) und den durchschnittlichen Basengehalten in Humusauflagen (s. Anhang) abgeschätzt.
- Die Pufferkapazität des Gesamtprofils, bestehend aus Mineralboden und Humusauflage wird nach Formel 10 berechnet.

**Formel 7:**  
Berechnung des Vorrates austauschbar gebundener Basen je Mineralbodenhorizont

$$S_i = \frac{KAK_{poti}}{100} \cdot \frac{BS_{poti}}{100} \cdot FB_i$$

- S<sub>i</sub> = Vorrat austauschbar gebundener Basen je Horizont in [mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup>]
- KAK<sub>poti</sub> = potenzielle Kationenaustauschkapazität je Horizont [cmol<sub>c</sub>/kg], abschätzbar nach KA 4, Tab. 83 und 84
- BS<sub>poti</sub> = Basensättigung bezogen auf die KAK<sub>pot</sub> je Horizont in [%], abschätzbar aus KA 4, Tab. 86
- FB<sub>i</sub> = Feinbodenmenge je Horizont [kg/m<sup>2</sup>]

**Formel 8:**  
Berechnung der Pufferkapazität des Mineralbodens bis 1m Tiefe, bzw. bis zum Grundwasserspiegel

$$P_{Bod} = \sum_{i=1}^n (P_{Ci} + S_i)$$

- P<sub>Bod</sub> = Pufferkapazität des Bodens bis 1m Tiefe, bzw. bis Grundwasserspiegel [mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup>]
- P<sub>Ci</sub> = Pufferkapazität durch Carbonat im Horizont i [mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup>]
- S<sub>i</sub> = Vorrat austauschbar gebundener Basen im Horizont i [mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup>]

**Formel 9:**  
Berechnung der Pufferkapazität der Humusauflage in Abhängigkeit von der Humusform

$$P_{Hum} \equiv S_{Hum} \cdot TRD_{Hum} \cdot M_{Hum} \cdot \frac{1}{10}$$

- P<sub>Hum</sub> = Pufferkapazität der Humusauflage [mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup>]
- S<sub>Hum</sub> = Gehalte austauschbar gebundener Basen in der Humusauflage [cmol<sub>c</sub>/kg] (s. Anhang)
- TRD<sub>Hum</sub> = Trockenraumdichte der Humusauflage [g/cm<sup>3</sup>] (s. Anhang)
- M<sub>Hum</sub> = Mächtigkeit der Humusauflage [cm]

**Formel 10:**  
Berechnung der Pufferkapazität des Gesamtprofils

$$P_{Ges} = P_{Bod} + P_{Hum}$$

- P<sub>Ges</sub> = Pufferkapazität des Gesamtprofils [mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup>]
- P<sub>Bod</sub> = Pufferkapazität des Bodens bis 1 m Tiefe, bzw. bis Grundwasserspiegel [mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup>]
- P<sub>Hum</sub> = Pufferkapazität der Humusauflage [mol<sub>c</sub>/m<sup>2</sup>]

Die Pufferkapazität des Gesamtprofils wird nach Tabelle II/15 eingestuft. Um einen Bezug zur aktuellen durchschnittlichen Säuredeposition herzustellen, wird der Zeitraum angegeben, in dem die Pufferkapazität des Bodens bei unveränderter Säurebelastung erschöpft sein wird. Dieser Wert stellt nur einen groben Anhaltspunkt dar, da die Säuredeposition regional und zeitlich sehr unterschiedlich sein kann und eine spürbare Versauerung, einhergehend mit pH-Wert-Absenkungen, bereits vor Erschöpfung des Basenvorrates stattfinden kann (MATZNER 1989).

Die durchschnittliche Säuredeposition in Mitteleuropa wird von ULRICH (1981) mit 0,8–3 kmol<sub>c</sub> H<sup>+</sup>/ha•a angegeben; die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft ermittelte 1998 an den 22 Waldklimastationen in Bayern Säureeinträge von 0,6–3,3 kmol<sub>c</sub> H<sup>+</sup>/ha•a (KÖLLING 1999). In Tabelle II/15 wird mit einer angenommenen Säuredeposition von 2 kmol<sub>c</sub> H<sup>+</sup>/ha•a gerechnet, was den Verhältnissen in stärker durch Säuredeposition belasteten Gebieten wie Nordostbayern entspricht.

Tabelle II/15: Einstufung der Pufferkapazität des Gesamtprofils

Pufferkapazität (mol <sub>c</sub> /m <sup>2</sup> )	< 10	10 - < 30	30 - < 100	100 - < 300	≥ 300
Bewertung der Pufferkapazität	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
<b>Wertklasse</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
grobe Abschätzung des Zeitraums in Jahren bis zum Verbrauch des Basenvorrates *	< 50	< 150	< 500	< 1500	>1500

\* bei einer angenommenen Säuredeposition von 2 kmol H<sup>+</sup>/ha•a und Vernachlässigung der Silikatverwitterung.

### II.1.7 Filter-, Puffer- und Transformatorfunktion des Bodens für organische Schadstoffe

Organische Schadstoffe werden fast ausschließlich anthropogen in die Böden eingetragen und können sich in unterschiedlicher Weise negativ auf die Umwelt, auf Bodenorganismen und die menschliche Gesundheit auswirken. Bekannte Stoffgruppen sind z.B. Dioxine und Furane, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und polychlorierte Biphenyle (PCB). Das Verhalten dieser Stoffe im Boden wird hauptsächlich durch die Wasserlöslichkeit, durch die Affinität zur organischen Bodensubstanz und die mikrobielle Abbaubarkeit bestimmt. Die Vielfalt der organischen Schadstoffe, ihrer Eigenschaften und ihres Verhaltens im Boden ist jedoch sehr groß. Derzeit gibt es aus bayerischer Sicht noch keine geeignete Methode, um die Filter-, Puffer- und Transformatorfunktion des Bodens für wichtige organische Schadstoffe abschätzen zu können. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Diskutiert werden Ansätze von LITZ & BLUME (1989), die z.B. Eingang in die Dokumentation zur Methodenbank des NIBIS (MÜLLER, 1997) gefunden haben.

### II.1.8 Natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden

Die Produktion von Nahrungsmitteln ist seit jeher eine Grundvoraussetzung für das Fortbestehen menschlicher Gesellschaften. Aus diesem Grunde wurde zu Zeiten knapper Nahrungsmittelversorgung die natürliche Produktionsfunktion des Bodens als die wichtigste Bodenfunktion angesehen, der andere Bodenfunktionen untergeordnet wurden. Die Bedeutung der natürlichen Ertragsfähigkeit tritt im öffentlichen Bewusstsein heute in den Hintergrund, da die moderne Landwirtschaft mit meist hohem Einsatz an Energie, Maschinen

und chemischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auch auf solchen Standorten hohe Erträge erzielt, die von Natur aus weniger leistungsfähig sind. Damit erscheint die Nahrungsmittelversorgung in Mitteleuropa weitgehend gesichert. Die intensive Landwirtschaft erfordert jedoch einen hohen energetischen Aufwand und kann Umweltprobleme verursachen. Eine umweltschonende Landwirtschaft ist am ehesten auf Böden mit einer hohen natürlichen Ertragsfähigkeit möglich, die daher auch geschützt und für die landwirtschaftliche Nutzung verfügbar gehalten werden sollten. Um die natürliche Fruchtbarkeit des Bodens nachhaltig zu sichern, ist das durch die standörtlichen Gegebenheiten bedingte Ertragspotenzial des Bodens zu erhalten. Die natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens ist ein Ausdruck für seine Fähigkeit zur Biomasseproduktion.

Unter anderem sind folgende Standorteigenschaften zu berücksichtigen:

1. Speichervermögen des Bodens für pflanzenverfügbares Wasser
2. Vorrat und Verfügbarkeit von Nährstoffen
3. Bodenstruktur im Hinblick auf Durchwurzelbarkeit
4. Grund- und Staunässebeeinflussung des Bodens
5. Klimatische Bedingungen wie Temperatur und Niederschläge

**Fragestellung:**

Wie gut ist der Boden aufgrund seiner Standortbedingungen zur Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte geeignet?

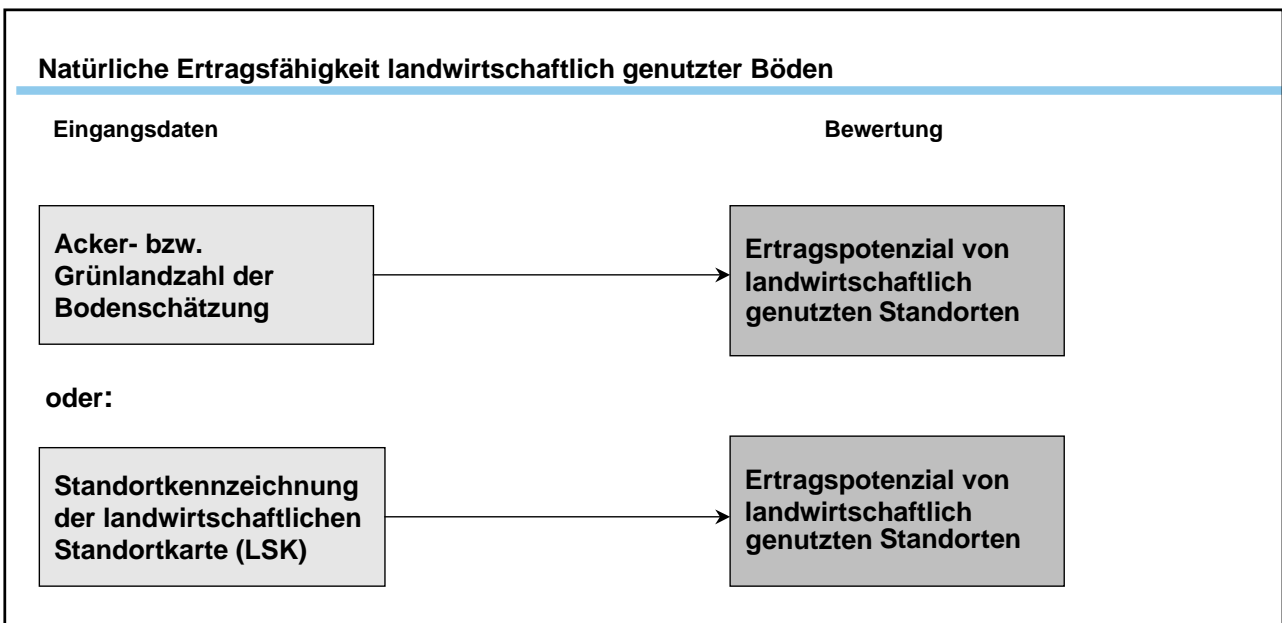
**Kriterium:**

Natürliche Ertragsfähigkeit

**Parameter:**

Bodenzahlen der Bodenschätzung oder Standortkennzeichnung der landwirtschaftlichen Standortkarte

Abbildung II/9: Verfahren zur Bewertung der natürlichen Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden



### Methode:

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995) oder  
BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (unveröff.)

### Beschreibung der Methode

Die natürliche Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden wird aus der Acker- bzw. Grünlandzahl der Bodenschätzung oder aus der Standortkennzeichnung der landwirtschaftlichen Standortkarte (LSK) abgeleitet (vgl. Abbildung II/9).

#### II.1.8.1 Einstufung auf der Grundlage der Bodenschätzung

In der Bodenschätzung existiert für landwirtschaftlich genutzte Flächen mit den Acker- und Grünlandzahlen bereits ein integrierender Summenparameter, der die natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens ausdrückt. Für Fragestellungen im großmaßstäblichen Bereich kann direkt auf die Ergebnisse der Bodenschätzung, die bei den Finanzbehörden vorliegt, zurückgegriffen werden. Die Acker- und Grünlandzahlen können im Hinblick auf die natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens klassifiziert werden.

### Vorgehensweise

Die Acker- und Grünlandzahlen der Bodenschätzung werden nach Tabelle II/16 eingestuft.

#### II.1.8.2 Einstufung anhand der Standortkennzeichnung der Landwirtschaftlichen Standortkarte

In vielen Fällen ist die Nutzung von Daten der Bodenschätzung mit einem vertretbaren Aufwand nicht möglich, da die Bodenschätzung in Bayern derzeit noch nicht flächendeckend digital vorliegt. Insbesondere, wenn größere Flächen bewertet werden sollen und wenn eine digitale Bearbeitung der Bewertungsergebnisse unumgänglich ist, kann für die Bewertung auf die Landwirtschaftliche Standortkarte (LSK) zurückgegriffen werden. Die LSK basiert auf einer Kartierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Hinblick auf die natürliche Ertragsfähigkeit in den 80er Jahren. Sie ist im Maßstab 1:25 000 erstellt worden und liegt bei der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) digital vor. Die natürliche Ertragsfähigkeit kann nach Tabelle II/17 in 5 Klassen direkt aus der LSK abgeleitet werden. Bei der Standortkennzeichnung sind Nutzungseignung und Ertragsklasse berücksichtigt worden.

Tabelle II/16: Bewertung der Acker-/Grünlandzahlen im Hinblick auf die natürliche Ertragsfähigkeit von Böden

Acker-/Grünlandzahl	< 28	28 - 40	41 - 60	61 - 75	> 75
Bewertung der Ertragsfähigkeit	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Wertklasse	1	2	3	4	5

Tabelle II/17: Bewertung der Standortkennzeichnung der Landwirtschaftlichen Standortkarte (LSK) im Hinblick auf die natürliche Ertragsfähigkeit von Böden

Standortkennzeichnung	s1 b1 a1, aF m1, mP	h1, h2 s2 b2 a2 m2, m3	h3, hZ s3, sZ b3, b4, bZ a3, a4 m4	t3, t4 h4, h5, h6 s4, s5 b5, b6, a5	t5, t6, tZ a6
Bewertung der Ertragsfähigkeit	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Wertklasse	1	2	3	4	5

### II.1.9 Natürliche Ertragsfähigkeit forstwirtschaftlich genutzter Böden

Der Wald erfüllt neben vielen anderen Funktionen, wie z.B. der Klimaschutzfunktion, der Erholungsfunktion und der Naturschutzfunktion auch eine Funktion für die forstwirtschaftliche Nutzung. Diese Produktionsfunktion aufrechtzuerhalten und gegebenenfalls zu steigern ist eine der Aufgaben der vom Waldgesetz für Bayern (BayWaldG) geforderten sachgemäßen und nachhaltigen Waldbewirtschaftung.

Da eine Melioration von Waldböden zur Ertragssteigerung aus ökonomischen und ökologischen Gründen kaum noch durchgeführt wird, müssen bei der Holzproduktion die vorhandenen natürlichen Produktionskräfte des Bodens ausgenutzt werden. Daher stellen von Natur aus leistungsfähige Waldböden mit forstwirtschaftlicher Nutzung ein wichtiges Schutzgut dar. Die Bewertung der natürlichen Ertragsfähigkeit forstwirtschaftlich genutzter Böden kann anhand der Einheiten der forstlichen Standortkartierung erfolgen.

**Fragestellung:**

Wie gut ist der Waldboden aufgrund seiner natürlichen Ausstattung zur Holzproduktion geeignet?

**Kriterium:**

natürliche Ertragsfähigkeit

**Parameter:**

Forstliche Standortseinheit (Substrat, Nährstoffversorgung, Wasserhaushalt)

**Methode:**

AK STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG (1996)

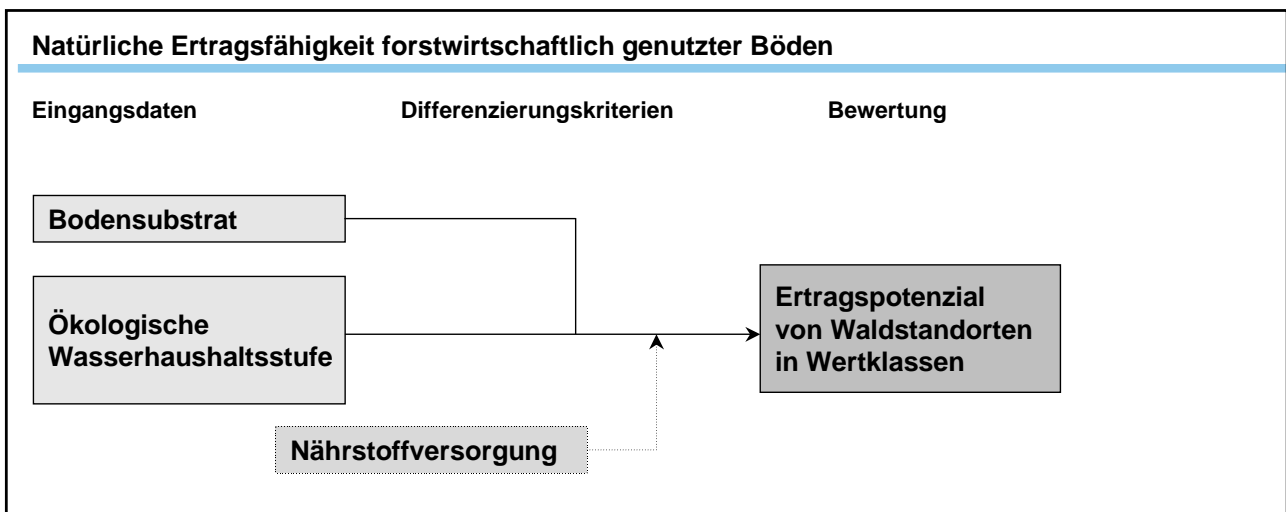
### Beschreibung der Methode

Bei der forstlichen Standortkartierung wird das Gelände in einem festen Raster (i. d. R. 50\*50 m) abgebohrt. Dabei werden die wichtigsten Bodeneigenschaften (v.a. das Bodensubstrat, die Nährstoffversorgung und die ökologische Wasserhaushaltsstufe) angesprochen. Die Ergebnisse werden zu Standorteinheiten zusammengefasst, die durch gleiche oder ähnliche waldbauliche Möglichkeiten, Gefährdungen oder Wachstum gekennzeichnet sind. Häufig sind in Bayern die Substrate und die Wasserhaushaltsstufen mit einem Ziffernsystem verschlüsselt. Dabei bezeichnet in einer Dreiziffernkombination die erste Ziffer das Substrat, die zweite Besonderheiten und die dritte Ziffer den Wasserhaushalt. Für einen Großteil der Waldfläche liegen bereits forstliche Standortskarten vor, denen die forstliche Standorteinheit entnommen werden kann.

### Vorgehensweise

Die Leistungsfähigkeit von Waldböden kann anhand der in den forstlichen Standortskarten ausgeschiedenen Standorteinheiten mit Hilfe der Parameter Wasserhaushalt und Substrat überschlägig nach Tabelle II/18 bewertet werden. In der Tabelle sind die Verschlüsselungsziffern für Substrat und Wasserhaushaltsstufe zusätzlich zu den verbalen Beschreibungen angegeben. Im Einzelfall können sich durch den Nährstoffhaushalt der Böden Abweichungen von den in Tabelle II/18 enthaltenen Wertklassen ergeben.

Abbildung II/10: Verfahren zur Bewertung der natürlichen Ertragsfähigkeit forstwirtschaftlich genutzter Böden





## II.1 Methoden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen

Tabelle II/18: Bewertung von Waldstandorten nach ihrem Ertragspotenzial. Angegeben sind Substrate und Wasserhaushaltsstufen als Bestandteile der Standorteinheiten (Verschlüsselungsziffern in Klammern)

	Sand (0)	lehmiger Sand (1)	Lehm (3)	Fein-lehm (3)	milder Ton (4)	Ton (5)	Deck-sand/-lehm (6)	Schicht-sand (7)	Schicht-lehm (8)	Moor (9)
trocken (0)	1	1	1	-	-	1	1	-	-	-
mäßig trocken (1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
mäßig frisch (3)	3	3	3	3	3	1	3	3	3	-
ziemlich frisch (3)	-	5	5	5	3	3	3	5	5	*
frisch (4)	-	5	5	5	-	-	5	5	5	*
hangwasserzünftig (5)	5	5	5	5	5	3	3	5	5	-
wechsel-trocken (6)	-	-	-	-	1	1	1	1	1	*
mäßig wechsel-feucht (7)	-	3	3	5	3	3	3	3	3	-
wechsel-feucht (8)	-	-	3	3	1	1	1	1	1	-
feucht (9)	3	-	5	-	-	-	-	-	-	*

Wertklasse 5: leistungsstark

Wertklasse 3: normale Leistungsfähigkeit

Wertklasse 1: leistungsschwach

- : nicht oder kaum repräsentiert

\* : abhängig von der Nährstoffversorgung

Hinweis: Aus Konsistenzgründen erfolgte die Spreizung der 3-stufigen auf eine 5-stufige Skala, die Wertklassen 2 und 4 kommen in der Tabelle deshalb nicht vor.

## II.2 Methoden zur Bewertung der Archivfunktion von Böden

### II.2.1 Böden mit bedeutender Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

Jeder Boden kann grundsätzlich ein Archiv der Naturgeschichte sein, anhand dessen Ausprägung Rückschlüsse auf Umweltbedingungen während der Ausbildung seiner Eigenschaften möglich sind. Fossile Böden oder Paläoböden können wichtige Archive der Naturgeschichte sein, denn sie belegen Klima und Vegetation vergangener Epochen. Ebenso können Böden Archive der Kulturgeschichte sein. Mancherorts haben menschliche Siedlungs- und Kulturaktivitäten vielfältige Spuren in den Böden hinterlassen.

Böden, die weitverbreitet sind, benötigen keinen besonderen Schutz hinsichtlich ihrer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. Von besonderer Bedeutung kann die Archivfunktion jedoch bei Böden sein, die nur sehr selten vorkommen, im Landschaftskontext eine Besonderheit darstellen oder von besonderem wissenschaftlichen Wert sind. Die Bedeutung der Archivfunktion muss immer im Landschaftskontext gesehen werden. Zur Beurteilung der Seltenheit einer bestimmten Bodenausprägung ist nicht nur ihre regionale sondern auch die überregionale Verbreitung zu beachten.

Nähere Hinweise zur Bedeutung der Archivfunktion eines Bodens kann das Bayerische Geologische Landesamt geben, das einen landesweiten Überblick über vorkommende Böden und ihre Verbreitung hat.

Darüberhinaus führt das BayGLA ein Geotopkataster ([www.geotope.bayern.de](http://www.geotope.bayern.de)). Dort sind geowissenschaftliche Objekte, inklusive Böden erfasst, die durch ihre besondere erdgeschichtliche Bedeutung, Seltenheit, Eigenart oder Schönheit schutzwürdig sein können und für Wissenschaft, Forschung und Lehre sowie Natur- und Heimatkunde einen besonderen Wert darstellen. Informationen zu Geotopen sind am BayGLA zu erfragen.

Kulturgeschichtlich bedeutsame Bodendenkmäler sind beim Landesamt für Denkmalpflege erfasst und können für einen Landesausschnitt dort erfragt werden. Auf regionaler Ebene kann die Archivfunktion von Böden nach folgenden z.T. redundanten Kriterien abgeschätzt werden:

- Bedeutung der Archivfunktion für die Kenntnis der Erd- und Landschaftsgeschichte, der Klimageschichte und der Bodengenese
- Bedeutung der Archivfunktion für die Kenntnis der menschlichen Siedlungsgeschichte, der Landnutzungsgeschichte und der heimatkundlichen Geschichte
- Bedeutung der Archivfunktion für die geologische, mineralogische, paläontologische und pedologische Forschung
- Regionale und überregionale Seltenheit des Objektes
- Besondere Eigenart des Objektes
- Erhaltungszustand
- Zugänglichkeit und Wert als Anschauungsobjekt

Beispiele für Böden mit einer bedeutenden Funktion als Archiv der Naturgeschichte in Bayern sind:

- Paläoböden
- Seltene Böden wie Tschernoseme, Vertisole, Terra rossae
- Periglazialböden wie Eiskeil- oder Frostmusterböden
- Böden aus besonderen Substraten wie Verkieselungen, Kalksinter, Kluffüllungen, Seetonen oder Schieferkohlen
- Böden aus regional seltenen Substraten wie magmatischen Gesteinen der Frankenalb
- Mustergültig ausgeprägte Böden, z.B. besondere Podsole, Parabraunerden
- Besonders deutliche, anschauliche Bodenbildungen in gut zugänglicher Lage

Beispiele für Böden mit einer bedeutenden Funktion als Archiv der Kulturgeschichte sind:

- Ackerterrassen
- Hochäcker, Wölbäcker
- Böden in historischen Bergbaugebieten
- Böden in historischen Weinberglagen
- Böden an Stätten frühgeschichtlicher Besiedlung
- Grabstätten, wie z.B. Hügelgräber
- Böden auf vor- und frühgeschichtlichen Erzschrüfflächen

### II.3 Methoden zur Bewertung von Bodengefährdungen

Der Boden ist durch menschliches Handeln in vielerlei Hinsicht in seiner Funktionalität gefährdet, z.B. durch Schad- und Nährstoffeintrag, durch Änderung der Nutzung oder des Wasserhaushaltes, oder durch Erosion. In den meisten Fällen lässt sich die Empfindlichkeit eines Bodens gegenüber einer Gefährdung anhand der Leistungsfähigkeit des Bodens in Bezug auf die betroffenen Bodenfunktionen beurteilen. So ist z.B. ein Boden mit einer geringen Leistungsfähigkeit bzgl. der Säurepufferung sehr empfindlich gegenüber dem Eintrag von Säurebildnern. Die Bodenerosion stellt einen Sonderfall dar, da sie aufgrund des Bodenverlustes alle Bodenfunktionen gleichzeitig betrifft.

#### II.3.1 Erosionsgefährdung des Bodens durch Wasser

In landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten mit einer hohen Reliefenergie wie dem tertiären Hügelland zwischen Donau und Alpenvorland, stellt die Erosionsgefährdung des Bodens durch Wasser hohe Anforderungen an eine umweltgerechte Bodennutzung. Im Folgenden wird eine einfach zu handhabende Methode zur Beurteilung der Erosionsgefährdung des Bodens durch Wasser dargestellt.

**Fragestellung:**

Wie ist die Erosionsgefährdung eines Standorts durch Wasser zu beurteilen?

**Kriterium:**

Geschätzter Bodenabtrag im Verhältnis zum „tolerierbaren Bodenabtrag“

**Parameter:**

Klassenzeichen der Bodenschätzung, langjähriger Niederschlag, Relief, Bodenbewirtschaftung

**Methode:**

AUERSWALD (1998) auf der Basis der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) nach SCHWERTMANN et al. (1987) (programmtechnisch umgesetzt als PC-ABAG und Pocket-ABAG für PDA)

#### Beschreibung der Methode

Das Prognosemodell ABAG schätzt den langfristig (über ca. 20 Jahre) zu erwartenden Bodenabtrag auf einer einheitlich bewirtschafteten Fläche in Tonnen pro Hektar und Jahr anhand einfach zu erhebender Eingangsdaten.

Die Gleichung wurde in den USA aus einer Vielzahl von Abtragsmessungen auf Standardplots entwickelt und auf bayerische Verhältnisse angepasst. Die Erstellung der Gleichung aus Messergebnissen von schmalen Standardplots bedeutet, dass die ABAG

Flächen- und Rillenerosion erfasst, nicht aber Rinnen- oder Grabenerosion z.B. in Talwegen. Es können auch keine Aussagen über die Akkumulation gemacht werden.

Bewertungsmaßstab für den geschätzten Abtrag ist der „Toleranzwert“ nach SCHWERTMANN et al. (1987). Er wird aus der Ackerzahl der Bodenschätzung (dividiert durch die Zahl 8) abgeleitet und wie der ABAG-Abtrag in Tonnen pro Hektar und Jahr angegeben. Die Ackerzahl steht hier als einfach verfügbare Ableitung für die Gründigkeit des Bodens. Mit abnehmender Gründigkeit sinkt also der Toleranzwert.

Das Excel-Programm PC-ABAG dient der einfachen und benutzerfreundlichen Feststellung der von Standort- und Bewirtschaftungsfaktoren abhängigen Erosionsgefährdung einer Fläche. Alternativen in der Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Anbauverfahren) oder in der Schlaggestaltung (z.B. Anlage oder Entfernen von Rainen und Hecken) können in ihren Auswirkungen auf die Erosionsgefährdung durch Anklicken der jeweiligen Menüpunkte schnell beurteilt werden. Das Programm bietet sich damit auch als geeignetes Instrument für die Planung von Erosionsschutzmaßnahmen im landwirtschaftlichen Betrieb an.

#### Vorgehensweise

Als Eingangsdaten für das Programm PC-ABAG werden für die zu beurteilende Fläche der Klassenbeschreibung der Bodenschätzung (Toleranzwert und K-Faktor), die räumliche Zuordnung der Fläche als Landkreisangabe (Erosivität der Niederschläge, R-Faktor), die erosive Hanglänge und die Hangneigung (LS-Faktor), die Fruchtfolge und weitere Informationen zu den Anbauverfahren (C-Faktor) sowie die Bearbeitungsrichtung (P-Faktor) benötigt. Das Programm berechnet dann den ABAG-Abtrag und stellt ihm den „tolerierbaren Abtrag“ gegenüber.

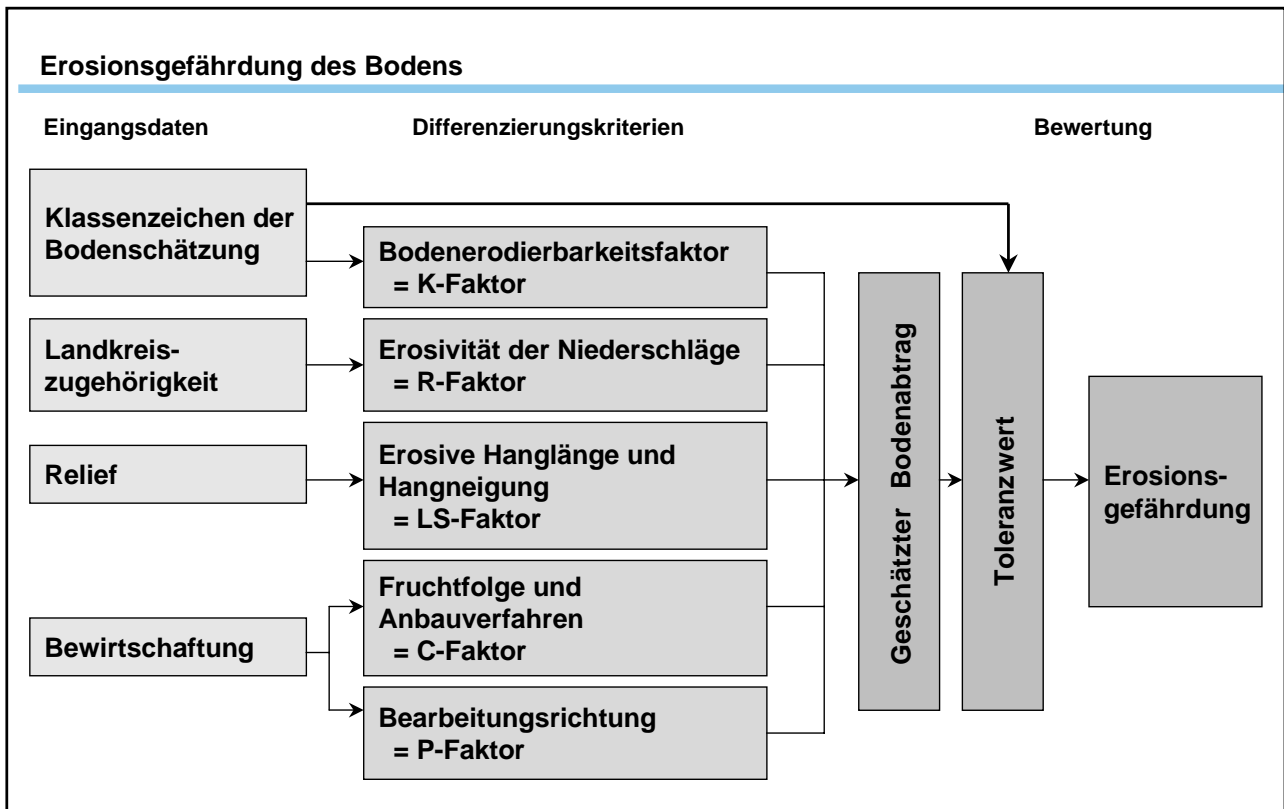
**Bezug:**

Informationen zum Bezug der ABAG-Programme sind auf der Homepage der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Agrarökologie, ökologischer Landbau und Bodenschutz verfügbar (s. S. 60).

Aid-Vertrieb DVG  
Birkenstraße 8  
53340 Meckenheim  
www.aid.de

Als neues Produkt für die Vor-Ort-Anwendung ist ein Programm für PDA (Windows CE) verfügbar (Informationen auf der Homepage der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Agrarökologie, ökologischer Landbau und Bodenschutz).

Abbildung II/11: Verfahren zur Bewertung der Erosionsgefährdung des Bodens



### II.4 Datengrundlagen zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen

Eine Schwierigkeit bei der Bewertung natürlicher Bodenfunktionen ist der Bezug der notwendigen Datengrundlagen. Insbesondere im großmaßstäblichen Bereich der kommunalen Planungsebene (Maßstab 1: 5.000 oder 1:10.000) wird eine umfassende Bewertung natürlicher Bodenfunktionen häufig nicht ohne zusätzliche bodenkundliche Erhebungen möglich sein. In vielen Fällen, insbesondere im Planungsmaßstab 1: 25.000 kann jedoch auf bereits vorhandene Bodendaten zurückgegriffen werden.

In Bayern stehen folgende Daten zur Verfügung:

- Am **Bayerischen Geologischen Landesamt (GLA)** wird das Bodeninformationssystem Bayern (BIS) geführt und weiter ausgebaut. In ihm werden Punkt-, Flächen- und Analysendaten verschiedener geowissenschaftlicher Fachdisziplinen in einem einheitlichen Recherchesystem zusammengefasst. Es enthält unter anderem auch Daten zu Bodeneigenschaften, der flächigen Verbreitung von Böden, sowie geowissenschaftliche Auswertungen. Der öffentliche Zugang ins BIS erfolgt über das Internet unter der Adresse <http://www.bis.bayern.de>. Personenbezogene und deshalb nicht frei zugängliche Daten können je nach Verwendungszweck unter Beachtung des Datenschutz- und Kostenrechts auf Anfrage bereitgestellt werden. Bitte wenden Sie sich hierzu an das GLA. Behörden mit Zugang zum Bayerischen Behördennetz können unter der Adresse <http://bis.gla.bybn.de> ebenfalls auf das BIS zugreifen. Am GLA werden auf Grundlage von Konzeptbodenkarten verschiedene thematische Karten zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen i. M. 1:25.000 erarbeitet. Allerdings liegen die Konzeptbodenkarten derzeit noch nicht für die gesamte bayerische Landesfläche vor. Fertiggestellte thematische Karten werden sukzessive ebenfalls in das BIS eingestellt und dort verfügbar gemacht. Zum aktuellen Stand der Kartenbearbeitung oder für spezielle Auswertungskarten wenden Sie sich bitte an das GLA.
- Die Bodenschätzungsurkarten (1:5.000) sowie die Beschriebe der bestimmenden Grablöcher liegen bei den zuständigen **Finanzämtern** vor. Bei den **Vermessungsämtern** und den **Finanzämtern** können die aktuellen Schätzungskarten eingesehen werden. Bodenschätzungsübersichtskarten im Maßstab 1:25.000 und Bodengütekarten im Maßstab 1:100.000 sind beim **GLA** erhältlich. Detailliertere Informationen zur Bodenschätzung erteilt die **Oberfinanzdirektion München**.
- Die Landwirtschaftliche Standortkarte wird bei der **Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)** vorgehalten und auf Anfrage digital ausgegeben. Zudem führt die LfL ein Moorarchiv mit ca. 2.700 Karten auf der Basis der Flurkarten 1:5.000. Dieses Moorarchiv wird derzeit digitalisiert.
- Für Waldböden können auch forstliche Standortkarten eingesetzt werden. Der Inhalt dieser Karten beschränkt sich im Wesentlichen auf die vorherrschende Bodenart und auf die ökologische Beurteilung des Wasserhaushaltes. Die Karten können für den Staatswald im Einzelfall bei den **Forstbehörden** (Forstämter, Forstdirektionen und Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft) eingesehen werden. In der **Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)** ist darüber hinaus eine Datenbank mit Bodenanalysen von Waldbodenprofilen vorhanden. Mit ihrer Hilfe kann ein regionaler Überblick über die wichtigsten Eigenschaften von Waldböden in Bayern gewonnen werden.
- Bodendenkmäler werden vom **Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege** erfasst und können für einen definierten Landesausschnitt dort oder bei den entsprechenden Außenstellen erfragt werden. Ansprechpartner sind außerdem die unteren Denkmalschutzbehörden in den Landratsämtern und Verwaltungen der kreisfreien Städte.

#### Die Anschriften der Landesbehörden, die Bodendaten zur Verfügung stellen, lauten:

Bayerisches Geologisches Landesamt  
Postfach 400346  
D-80703 München  
mail: [poststelle@gla.bayern.de](mailto:poststelle@gla.bayern.de)  
Internet: [www.geologie.bayern.de](http://www.geologie.bayern.de)  
BIS: [www.bis.bayern.de](http://www.bis.bayern.de)

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Vöttlinger Straße 38  
D-85354 Freising  
mail: [poststelle@lfl.bayern.de](mailto:poststelle@lfl.bayern.de)  
Internet: [www.lfl.bayern.de](http://www.lfl.bayern.de)

Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege  
Hofgraben 4  
D-80539 München  
mail: [poststelle@blfd.bayern.de](mailto:poststelle@blfd.bayern.de)  
Internet: [www.blfd.bayern.de](http://www.blfd.bayern.de)

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Am Hochanger 11  
D-85354 Freising  
mail: [poststelle@fo-lwf.bayern.de](mailto:poststelle@fo-lwf.bayern.de)  
Internet: [www.lwf.uni-muenchen.de](http://www.lwf.uni-muenchen.de)

Oberfinanzdirektion München  
Sophienstraße 6  
D-80333 München  
mail: [webmaster@ofd-m.bayern.de](mailto:webmaster@ofd-m.bayern.de)  
Internet: [www.ofd.bayern.de](http://www.ofd.bayern.de)

## Anhang (Teil II)

Durchschnittliche (mediane) austauschbare Basengehalte (Ca, Mg, K) von Humusaufgaben

Humusform	Basengehalte (Ca, Mg, K) in $\text{cmol}_c/\text{kg}$
Mull	61
Moder	39
Rohhumus	32

Durchschnittliche Trockenraumdichten ( $\text{TRD}_{\text{Hum}}$  in  $\text{g}/\text{cm}^3$ ) von typischen Humusformen (Daten LWF)

Humusform	Beschreibung	TRD in $\text{g}/\text{cm}^3$
<b>mu</b>	<b>Mull allgemein</b>	
mut	L-Mull	0,05
muf	F-Mull	0,08
<b>mo</b>	<b>Moder allgemein</b>	
mou	mullartiger Moder	0,10
mot	typischer Moder	0,13
mor	rohhumusartiger Moder	0,15
<b>ro</b>	<b>Rohhumus allgemein</b>	0,20

## Häufig gebrauchte Abkürzungen

BBodSchG:	Bundes-Bodenschutzgesetz
FK:	Feldkapazität [mm]
$\text{FK}_{\text{We}}$ :	Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes [mm]
KA 4:	Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage (AG BODEN, 1994)
$\text{KAK}_{\text{pot}}$ :	potenzielle Kationenaustauschkapazität [ $\text{cmol}_c/\text{kg}$ ]
kf:	gesättigte Wasserleitfähigkeit [ $\text{cm}/\text{d}$ ]
LK:	Luftkapazität [mm]
LSK:	Landwirtschaftliche Standortkarte
nFK:	nutzbare Feldkapazität [mm]
$\text{nFK}_{\text{We}}$ :	nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes [mm]
SR:	Sickerwasserrate [mm/a]
TRD:	Trockenraumdichte [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
WSV:	Wasserspeichervermögen [mm]

## Literatur (Teil II)

- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 4. Aufl.: 392 S., Stuttgart.
- AK STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORST-EINRICHTUNG (1996): Forstliche Standortaufnahme. – 5. Aufl.: 353 S., Verlag IHW. Eching .
- AUERSWALD, K. (1998): Bodenerosion durch Wasser – Ursachen, Schutzmaßnahmen und Prognose mit PC-Programm ABAG 2. – aid 1378: 40 S. u. Diskette/ CD-ROM.
- BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND (1996): Klimaatlas von Bayern. – CD, München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (unveröff.): Landschaftsentwicklungskonzept (LEK) Bayern – Methodikband.: 136 S., München.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2002): Leitfaden zur Fortentwicklung des gemeindlichen Landschaftsplans als Teil des Flächennutzungsplans in Bayern, "Landschaftsplanung am Runden Tisch". – München.
- BBODSCHG (1998): Gesetz zum Schutz des Bodens (Bundes-Bodenschutz- und Altlastengesetz – BBodSchG). – BGBl., I, 16: 502-510 (Bundesanzeiger). Bonn.
- BREEMEN, N. VAN, MULDER, J. & DRISCOLL, C. T. (1983): Acidification and alcalinization of soils. – Plant and Soil, 75: 283–308.
- HENNINGS, V. [KOORD.] (2000): Methodendokumentation Bodenkunde — Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. – Geol. Jb., G, SG 1: 232 S., Hannover.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG [HRSG.] (1997): Standorttypisierung für die Biotopentwicklung 1:50 000, Blatt L 6316 Worms – Wiesbaden.
- DEUTSCHER WETTERDIENST [HRSG.] (1997): Agrar- und Umweltklimatologischer Atlas von Bayern. – CD. Weihenstephan.
- DIN 19685 (1979): Klimatologische Standortuntersuchungen im Landwirtschaftlichen Wasserbau, Ermittlung der meteorologischen Größen. – 4 S. Verlag Beuth, Berlin.
- DIN 19732 (1997): Bestimmung des standörtlichen Verlagerungspotentials von nichtsorbierten Stoffen. – 4 S., Verlag Beuth, Berlin.
- DIN 19687 (1998): Berechnung der Sickerwasserrate aus dem Boden. – 9 S., Verlag Beuth, Berlin.
- DVWK (1999): Bodenkundliche Untersuchungen in Felde zur Ermittlung von Kennwerten zur Standortcharakterisierung, Teil II: Ableitungen zum Wasser- und Lufthaushalt von Böden. – Regeln zur Wasserwirtschaft, 136: 26 S. (Wirtschafts- und Verl.-Ges. Gas und Wasser). Bonn.
- KÖLLING, C. (1999): Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in den Wäldern Bayerns. – Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 22: 46 S., Freising.
- LITZ, N. & BLUME, H.-P. (1989): Verhalten organischer Chemikalien in Böden und dessen Abschätzung nach einer Kontamination. – Z. Kulturtechn. u. Landentw., 30: 355-364.
- MATZNER, E. (1989): Stoffliche Veränderungen in schadstoffbelasteten Waldböden. – DVWK-Mitteilungen, 17: 107-120.
- MÜLLER, U. (1997): Auswertungsmethoden im Bodenschutz - Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS. – Tech. Ber. NIBIS: 322 S., Hannover.
- SCHWERTMANN, U., VOGL, W. & KAINZ, M. (1987): Bodenerosion durch Wasser – Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. 64 S., Verlag Ulmer. Stuttgart.
- ULRICH, B. (1981): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. – Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 144: 289-305.
- UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1995): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit. Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. – Luft, Boden, Abfall, 31: 34 S., m. Anh., Stuttgart.







**Bayerisches Geologisches  
Landesamt**

Heißstr. 128

80797 München

Telefon 0 89/92 14-26 00

Telefax 0 89/92 14-26 47

**Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz**

Bürgermeister-Ulrich-Str. 160

86179 Augsburg

Telefon 08 21/90 71-0

Telefax 08 21/90 71-55 56



**ISBN 3-936385-44-0**